



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL EN FRUTOS DE CHAYOTE [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.].

TESIS

Para obtener el grado de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presenta:
ANA LAURA OLGUÍN HERNÁNDEZ

Directores de tesis:
DR. OSCAR ANDRÉS DEL ÁNGEL CORONEL
DRA. MA. DE LOURDES C. ARÉVALO GALARZA

HUATUSCO, VER.

ABRIL, 2019



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación



**VERA
CRUZ**
ME LLENA DE ORGULLO



DET
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
TECNOLÓGICOS



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Huatusco, Ver., a **04 de Abril de 2019**

C. ANA LAURA OLGUÍN HERNÁNDEZ
PASANTE DE LA CARRERA DE
ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
P R E S E N T E.

En relación a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación que después de haber sido analizado exhaustivamente la **TESIS** titulada:

**“APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA PROLONGAR LA VIDA DE
ANAQUEL EN FRUTOS DE CHAYOTE [*SECHUM EDULE* (JACQ.) SW.]”**

Se le notifica que a mi juicio este cumple con los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes de la **TESIS**, por lo que se autoriza su impresión.

SEP

SEV

ATENTAMENTE.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE HUATUSCO
CLAVE 30EIT0013Z
DIRECCIÓN GENERAL**

M.M. VÍCTOR MANUEL ARCOS FERIA
DIRECTOR DEL ITSH.



Avenida 25 poniente num. 100 Col. Reserva Territorial
Huatusco, Veracruz, México. C.P. 94100
Tel. (01 273-734-40-00), e-mail: tec_huatusco@hotmail.com
www.itshuatusco.edu.mx





TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Huatusco, Ver., a 04 de Abril de 2019
Asunto: Liberación del Informe final

ING. CARINA ACOSTA SÁNCHEZ
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

Por este medio les informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral.

Nombre de los egresados	Ana Laura Olguín Hernández
Carrera:	Ingeniería en industrias alimentarias
No. de Control:	133Z0333
Nombre del Proyecto:	Aplicación de recubrimientos comestibles para prolongar la vida de anaquel en frutos de chayote [<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.].
Producto:	I. Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta actividad para la formación profesional de nuestros(as) egresados(as).

ATENTAMENTE

ING. SALOMÓN LÓPEZ SERRANO
JEFE DE CARRERA DE ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Dr. Oscar Andrés Del Ángel Coronel	Ing. Salomón López Serrano	M.C Magdalena Jiménez Hernández
Nombre y Firma del Asesor (a)	Nombre y Firma del Revisor(a)	Nombre y Firma del Revisor(a)



Avenida 25 poniente num. 100 Col. Reserva Territorial
Huatusco, Veracruz, México. C.P. 94100
Tel. (01 273-734-40-00), e-mail: tec_huatusco@hotmail.com
www.itshuatusco.edu.mx



AGRADECIMIENTOS

Antes que todo, agradezco a mi Dios

por guiarme durante todos los días de mi vida, ya que con tu amor y bondad me permites disfrutar de todos mis logros y nunca me abandonas en los momentos difíciles.

Al Instituto Tecnológico Superior de Huatusco

por su valiosa enseñanza y calidez durante mi formación profesional. En especial agradecimiento y aprecio al **Dr. Oscar Andrés Del Ángel Coronel** por aceptar ser mi asesor de tesis, brindarme su apoyo, por esa gran dirección y compartir sus conocimientos en mi trabajo de investigación.

Al Colegio de Postgraduados campus Montecillo Texcoco, México

Quien abrió sus puertas durante el semestre de residencias profesionales y confió en mi capacidad y disciplina, por todas las facilidades brindadas en las instalaciones y equipo durante mi estancia de investigación, a la **maestra Ceci, el maestro Ernesto y Doña Isy**, gracias por su apoyo incondicional.

A la Dra. Ma. De Lourdes Arévalo Galarza y el Dr. Jorge Cadena Íñiguez

Por haberme aceptado como una hija durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados estando siempre al pendiente de mí, me siento muy orgullosa de haber estado bajo su dirección en mi trabajo de investigación, son para mí un ejemplo a seguir y fue un honor formar parte de su equipo.

DEDICATORIAS

A mis padres

Porque gracias a su gran amor, guía y apoyo incondicional he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, porque los amo demasiado y estoy orgullosa de ser su hija, porque les debo la felicidad en mi vida, y por lo cual les viviré eternamente agradecida.

A mis hermanos

Javi, Monse, Gil y Gera porque hemos compartido momentos inolvidables y siempre están en las buenas y en las malas, porque darían la vida por mí, así como yo la daría por ustedes, los amo y respeto.

A mi familia

A mis tíos, primos y sobrinos por todo el cariño y amor que he recibido, me siento muy orgullosa de tener una familia unida y que me aprecia bastante.

A mis amigos

Fer, Paola, May, Silver, Vianey, Andy, Karla, Blanca, Denise, Juan, Nancy...y a todos aquellos que por falta de espacio sus nombres no pudieron estar aquí, pero que siempre los llevo en mi mente y mi corazón.

A Ángel David

Por todo el inmenso amor que me brindas y todo el apoyo incondicional día a día, porque eres una persona única e inigualable y tengo la fortuna de tenerte a mi lado, porque no te cambiaría por nada ni nadie, te amo mi amor.

“APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL DE CHAYOTE [*Sechium edule* (Jacq.) Sw., (Cucurbitaceae)]”.

Olguín-Hernández, A.L.¹

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Av. 25 Poniente No. 100 Col. Reserva Territorial, Huatusco, Ver., México. C.P. 94100. Correo-e: ana_olguinhdez@hotmail.com

RESUMEN

Con la finalidad de prolongar la vida de anaquel de frutos de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) *virens levis* se aplicaron recubrimientos a base de cera comestible, ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) y se almacenaron a temperatura ambiente (20 °C ± 2 °C y 60 % HR), y en refrigeración (12 °C ± 1 °C y 91 % HR, por 28 d). Para ello se evaluaron los cambios físicos y fisiológicos durante la vida postcosecha de los frutos, a través de las variables de color, pérdida de peso, incidencia de ampolla y viviparismo (germinación). Con la realización de este trabajo se observó que los tratamientos bajo temperatura de 12 °C redujeron considerablemente el deterioro de la calidad de los frutos de chayote *virens levis* en comparación con el almacenamiento de 20 °C. Las variables de pérdida de peso, incidencia de viviparismo y porcentaje de ampolla fueron menores bajo refrigeración y con un almacenamiento total de 35 días de vida postcosecha. El uso de la combinación de ácido salicílico + ácido giberélico en los frutos mantenidos a temperatura ambiente redujo las pérdidas de peso en el fruto, después del almacenamiento refrigerado a 12 °C ± 1 °C.

Los frutos que tuvieron menor incidencia de viviparismo y almacenamiento refrigerado fueron los tratados con cera + ácido salicílico + AG₃. Los frutos mantenidos a baja temperatura registraron menor incidencia de viviparismo hasta por 31 días comparados con los frutos mantenidos a temperatura ambiente. Los frutos tratados con cera y mantenidos a temperatura ambiente, y los tratados con cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) y almacenados en frío resultaron los tratamientos

más eficaces pues redujeron la incidencia de ampolla, con un 40 % de los frutos sin ampolla.

En cuanto a los parámetros de color se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos y las condiciones de temperatura con el análisis de varianza, concluyendo que en temperatura ambiente la variable luminosidad fue la única que influyó en el cambio de color, mientras que los frutos expuestos a la refrigeración presentaron diferencias significativas en los tres atributos de color como son luminosidad, croma y °Hue.

Palabras clave: Película comestible, vida postcosecha, viviparismo, incidencia de *Colletotrichum sp.*

"EFFECT OF EDIBLE COATINGS TO DELAY SHELF LIFE IN CHAYOTE FRUIT [*Sechium edule* (Jacq.) Sw., (Cucurbitaceae)]".

Olguín-Hernández, A.L.¹

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Av. 25 Poniente No. 100 Col. Reserva Territorial, Huatusco, Ver., México. C.P. 94100. Correo-e: ana_olguinhdez@hotmail.com

ABSTRACT

In order to increase the shelf life in chayote fruits (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) *virens levis*, coatings were applied based on edible waxes, gibberellic acid salicylic acid (2 mM) + gibberellic acid (AG₃ 50 mg L⁻¹) and stored at room temperature (20 ° C ± 2 ° C and 60 % RH), and cold storage (12 ° C ± 1 ° C and 91% RH). Appearance and physiological variables were evaluated during the postharvest life of the fruits (color, weight loss, blister incidence and viviparity (seed germination)). The results showed that the fruits stored at low temperature maintain the quality of the fruits of chayote compared to the ones stored at 20 ° C. The weight loss, viviparity and percentage of blister were lower in fruits stored under refrigeration with a total shelf life of 35 days. The use of salicylic acid (2mM) + gibberellic acid (50 mg L⁻¹) reduced the weight loss at room temperature.

The treatment that presented lower incidence of viviparity at cold storage was the combination of wax + salicylic acid + AG₃. Cold storage reduced the viviparity up to 31 days compared to treatments at room temperature. The fruits treated with wax and kept at room temperature, and those with wax + salicylic acid + AG₃ were the most effective treatments with lower blister incidence, since they presented 40 % of the fruits without bladder.

Regarding the color parameters, significant differences ($P \leq 0.05$) were observed among the treatments and the temperature conditions with the analysis of variance, concluding that at room temperature the luminosity variable was the only one that

influenced the change of color of the fruits, while those exposed at cold storage showed significant differences in brightness, chroma and Hue.

Key words: Edible film, postharvest life, viviparism, incidence of *Colletotrichum sp.*

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE CHAYOTE.....	3
2.1.1	Origen y distribución	3
2.1.2	Botánica y taxonomía.....	4
2.1.3	Principales características morfológicas de las variedades de chayote	7
2.1.4	Valor nutricional y usos del chayote.....	9
2.2	IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE CHAYOTE	12
2.2.1	Importancia mundial.....	12
2.2.2	Importancia en México	13
2.2.3	Importancia en el estado de Veracruz.....	14
2.3	MANEJO POSTCOSECHA DE LOS FRUTOS CHAYOTE.....	16
2.3.1	Fisiología postcosecha en frutos de chayote	16
2.3.2	Tecnología postcosecha de frutos de chayote	18
2.3.3	Criterios de calidad (NOM-FF-47-1982, productos alimenticios no industrializados para uso humano-hortalizas en estado fresco chayote).....	25

2.4 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL	29
2.4.1 Carnauba	30
2.4.2 Goma Laca (Shellac)	30
2.4.3 Otros recubrimientos comestibles	31
a) Polisacáridos	31
b) Proteínas	31
c) Cera de abeja	31
d) Hidrocoloides	32
e) <i>Aloe vera</i>	32
f) Ácidos salicílico y acetil-salicílico.....	33
g) Ácido giberélico	33
h) Decco Vegetable Lustr 227F	34
III. ANTECEDENTES	35
3.1 EFECTO DEL ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO Y ÁCIDO SALICÍLICO	35
3.2 EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO	36
3.3 EFECTO DE CERAS COMESTIBLES	37
IV. JUSTIFICACIÓN	39
V. OBJETIVOS.....	41
5.1 OBJETIVO GENERAL	41
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
VI. HIPÓTESIS	42
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	43
7.1 MATERIAL BIOLÓGICO Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE COLECTA.....	43
7.2 VARIABLES EVALUADAS	43

7.2.1 Pérdida de peso	43
7.2.2 Incidencia de germinación o viviparismo.....	44
7.2.3 Presencia e intensidad de ampolla	45
7.2.4 Medición objetiva de color.....	46
7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	47
7.3.1 Tratamientos testigo.....	48
7.3.2 Tratamiento de ácido acetil salicílico (1 mM)	49
7.3.3 Tratamiento de ácido salicílico (2 mM).....	49
7.3.4 Tratamiento de ácido giberélico (50 mgL ⁻¹).....	49
7.3.5 Tratamiento de ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mgL ⁻¹).....	49
7.3.6 Tratamiento con cera	50
7.3.7 Tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM).....	50
7.3.8 Tratamiento de cera + AG ₃ (50 mgL ⁻¹)	50
7.3.9 Tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mgL ⁻¹).....	51
7.3.10 Diseño experimental y análisis de datos.	51
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
8.1 PÉRDIDA DE PESO.....	52
8.1.1 Pérdida de peso en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente (20°C ± 2°C).....	52
8.1.2 Pérdida de peso en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> refrigerados a 12°C ± 1°C	55
8.2 INCIDENCIA DE GERMINACIÓN O VIVIPARISMO	59
8.2.1 Incidencia de viviparismo en temperatura ambiente a 20°C ± 2°C	59
8.2.2 Incidencia de viviparismo en frutos de chayote refrigerados a 12°C ± 1°C	61
8.3 PRESENCIA E INTENSIDAD DE AMPOLLA	63
8.3.1 Incidencia de ampolla en temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.....	63

8.3.2 Incidencia de ampolla en frutos de chayote refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	65
8.4 MEDICIÓN OBJETIVA DE COLOR.....	67
8.4.1 Luminosidad en frutos de chayote a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	67
8.4.2 Luminosidad en frutos de chayote después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	69
8.4.3 Medición de croma en chayotes a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	70
8.4.4 Medición de croma en chayotes después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	73
8.4.3 °Hue en chayotes a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	76
8.4.6 °Hue en frutos de chayotes después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	79
IX. CONCLUSIONES.....	82
X. LISTA DE REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II-1. Sinonimias que recibe el fruto de chayote.....	7
Cuadro II-2. Principales características morfológicas de las variedades de chayote registrados en México.....	8
Cuadro II-3. Composición y contenido nutricional de diferentes estructuras de la planta de chayote.....	11
Cuadro II-4. Clasificación de la intensidad respiratoria de los diferentes grupos varietales de chayote.....	17
Cuadro II-5. Pérdida de peso registrada en frutos con ocho días después de cosecha a temperatura ambiente (20°C).....	18
Cuadro II-6. Disposiciones relativas a la clasificación por calibres.....	20
Cuadro II-7. Clasificación del tamaño de los frutos de chayote de acuerdo a la NOM-FF-47-1982.....	27
Cuadro II-8. Tolerancia de tamaño para los distintos grados de calidad de acuerdo a la NOM- FF-47-1982.....	28
Cuadro II-9. Tolerancia de defectos para todos los grados de calidad.....	29
Cuadro VII-1. Tratamientos en postcosecha de chayote variedad <i>virens levis</i>	48
Cuadro VIII-1. Comparación de medias de la pérdida de peso en chayote a temperatura ambiente	52
Cuadro VIII-2. Comparación de medias de la pérdida de peso en chayotes después de la refrigeración a 12°C ± 1°C.....	56
Cuadro VIII-3. Incidencia de viviparismo o germinación de la semilla en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.....	60

Cuadro VIII-4. Incidencia de viviparismo en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	62
Cuadro VIII-5. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	65
Cuadro VIII-6. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	67
Cuadro VIII-7. Luminosidad en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	68
Cuadro VIII-8. Luminosidad en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> después de estar refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	69
Cuadro VIII-9. Comparación de medias de croma en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	71
Cuadro VIII-10. Comparación de medias de croma en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	74
Cuadro VIII-11. °Hue en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	77
Cuadro VIII-12. °Hue en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1. Principales estados productores de chayote en México.....	14
Figura II-2. Principales municipios productores de chayote en Veracruz, México.....	16
Figura VII-1. Evaluación de peso en frutos de chayote.....	44
Figura VII-2. Escala de viviparismo en frutos de chayote (<i>S. edule</i>) del grupo varietal <i>virens levis</i>	45
Figura VII-3. Escala incidencia de ampolla en frutos de chayote (<i>S. edule</i>) del grupo varietal <i>virens levis</i>	46
Figura VII-4. Evaluación de color en frutos de chayote en el ángulo de tono (°Hue), croma (C) y luminosidad (L).....	47
Figura VIII-1. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente de 20°C ± 2°C.....	53
Figura VIII-2. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y los tratamientos con cera a temperatura ambiente de 20°C ± 2°C.....	54
Figura VIII-3. Pérdida de peso en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> refrigerados a 12°C ± 1°C.....	57
Figura VIII-4. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico refrigerados a 12°C ± 1°C.....	58
Figura VIII-5. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera refrigerados a 12°C ± 1°C.....	58
Figura VIII-6. Incidencia de viviparismo o germinación de la semilla en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> en temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.....	61

Figura VIII-7. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	64
Figura VIII-8. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad <i>virens levis</i> después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	66
Figura VIII-9. Claridad o luminosidad.....	68
Figura VIII-10. Luminosidad entre tratamientos y testigos después de la refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	70
Figura VIII-11. Atributos de color.....	71
Figura VIII-12. Croma entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	72
Figura VIII-13. Croma entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	73
Figura VIII-14. Croma entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	75
Figura VIII-15. Parámetros de croma entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	75
Figura VIII-16. Tono en el espacio de color.....	76
Figura VIII-17. °Hue entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	78
Figura VIII-18. °Hue entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	78
Figura VIII-19. °Hue entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	80
Figura VIII-20. °Hue entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	80

I. INTRODUCCIÓN

El chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw., (Cucurbitaceae)], es originario de Mesoamérica, donde se encuentra la mayor diversidad genética (Lira,1996). Tiene gran importancia en México y Costa Rica desde el punto de vista económico, medicinal y cultural en las regiones donde son cultivados, ya que se destina a la comercialización para mercados nacionales y de exportación. Se ha atribuido al fruto de chayote diversas propiedades funcionales, debido a su compleja composición química entre los que destacan compuestos como aminoácidos, esteroides, saponinas, fenoles, polifenoles, flavonoides y terpenos tetracíclicos (Olguín *et al.*,2017).

La calidad comercial de una hortaliza como el chayote radica en su grado de excelencia para un uso determinado y depende de características sensoriales tales como, apariencia, textura, sabor y aroma, pero también por el valor nutritivo dado por los atributos químicos, sus propiedades mecánicas y daños (Cadena *et al.*, 2016). Así mismo la calidad también es influenciada por su alto contenido de agua, color y la ocurrencia de la germinación de la semilla dentro del fruto en madurez hortícola.

Sin embargo, lograr la calidad comercial en los frutos de chayote que se establece con la norma oficial mexicana NOM-FF-47-1982 y el Codex Stan 216-1999, no ha sido fácil, debido a que los frutos continúan vivos tras la cosecha y manifiestan procesos metabólicos de respiración, transpiración, crecimiento y senescencia (Artés, 2006).Otros factores que afectan con los niveles de calidad comercial son temperatura,

humedad relativa y presión, así como también las propiedades de permeabilidad del material de empaque que cubre a los productos (Gómez & Vázquez, 2007).

El fruto de chayote, registra alta tasa de transpiración, cuya condensación en el empaque propicia a cambios no deseables en el fruto y con ello se han presentado rechazos en el mercado, por la presencia de enfermedades fungosas (Romero *et al.*, 2015) cuya manifestación es como la presencia de la vejiga o ampolla causada principalmente por *Colletotrichum sp.* (Derbyshire & Shipway, 1978; Arévalo *et al.*, 2011; Olguín *et al.*, 2017). De acuerdo con el Codex Stan 216-1999, otra limitante para el proceso de exportación de chayote es el viviparismo, es decir, la germinación de la semilla dentro del fruto, reduciendo considerablemente la vida de anaquel del fruto (Cadena *et al.*, 2016).

Para dar una posible solución a este problema y contribuir a la optimización del aprovechamiento económico del chayote, se realizó una propuesta de investigación que considera el uso de recubrimientos comestibles utilizados en postcosecha, con el fin de prolongar la vida de anaquel del fruto y disminuir las pérdidas de calidad del chayote.

El uso de cera que han sido reportado eficiente en otros productos hortofrutícolas como barrera para la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el proceso de germinación del fruto con el propósito de alargar la vida útil, y con ello presentar una alternativa de conservación destinado principalmente a las empresas empacadoras ya que se encargan de comercializar los productos tratando de mantener la calidad comercial.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE CHAYOTE

2.1.1 Origen y distribución

El chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae) es originario de Mesoamérica, donde se encuentra la mayor diversidad genética (Lira, 1996). México constituye el centro de origen de diversas especies del género *Sechium spp.*, que incluye gran diversidad de genotipos o variantes biológicas. De las diez especies del género, destaca la variedad biológica comestible denominada chayote [(*Sechium edule* (Jacq.) Sw.)] (Cucurbitaceae) (Castillo *et al.*, 2013).

La mayor evidencia del origen del chayote es la existencia de chayotes silvestres en la región centro y sur de México, así como en Centro América (Bisognin, 2002; Cadena & Arévalo, 2010). Chayote es el nombre náhuatl utilizado en muchas partes de América Latina para las especies cultivadas *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Lira, 1996). Se considera que el término moderno chayote es una modificación de los vocablos náhuatl “huizt ayotl que significa calabaza con espinas, que pudo derivar en “chayotl” y en la actualidad a “chayote”, lo cual confirmaría el uso de esta planta desde tiempos precolombinos (Cook, 1901).

De acuerdo con Newstrom (1991), se menciona a México y América central como área de domesticación y centro de origen de este cultivo, donde Guatemala es sugerida

como el límite en el sur de la distribución de origen de *S. edule* y no América del sur tropical como lo delimitan sus estudios previos.

En cuanto a su distribución, el cultivo de chayote está ampliamente difundido en América, en donde las crónicas de la conquista indican que esta especie fue cultivada por los aztecas antes de la llegada de los españoles. Se dice que el chayote fue introducido a Costa Rica por los españoles y que su distribución en la porción norte de la región se debe a la influencia de las culturas azteca y maya en estas zonas (Barrera, 1998).

De igual manera, se sabe que el chayote fue introducido a Europa entre los siglos XVIII y XIX, posteriormente fue llevado a África, Asia y Australia, mientras que su introducción en los Estados Unidos data de finales del siglo XIX (Barrera, 1998). Se tienen datos de su cultivo en los estados del sur de Estados Unidos como Louisiana y Florida, así como en la India (Lira *et al.*, 1999).

Actualmente el chayote se distribuye prácticamente en los cinco continentes, ya que en las últimas dos décadas ésta especie ha prosperado comercialmente de hortaliza de traspatio, a producto no tradicional de exportación (Cadena & Arévalo, 2010). La comercialización a gran escala tanto nacional como internacional recae en la variedad *virens levis* “verde liso”; sin embargo, el 80% del consumo en México se basa en los tipos “Verde liso” y el segundo lugar el “Verde espinoso” pertenecientes al grupo varietal *nigrum spinosum* que se encuentra más distribuido y su consumo se centra hacia las zonas templadas y de valles altos (regiones con altitud superior a los 2000 m) (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2013).

2.1.2 Botánica y taxonomía

Botánicamente la planta de *Sechium edule* es de hábito perenne, monoica, vigorosa o trepadora. Crece a partir de una única y gruesa raíz, que produce raíces tuberosas adventicias (Lira, 1996). Los tallos son blancos, jóvenes, verdes y con aristas, más o

menos cilíndricas, tienen zarcillos de tres ramas que brotan opuestas a las hojas. Las hojas son alternas, pecioladas, trianguladas de borde cerrado, tienen un recorte profundo en la inserción del peciolo y dos lóbulos laterales agudos, miden entre 10 y 30 cm de ancho y están cubiertas de pelos viscosos (Barrera,1998).

Las inflorescencias son estimadas o pistiladas y salen de la misma axila. Las flores estaminadas están colocadas en ejes de 8 a 30 cm de largo, habiendo de 2 a 6 verticilos con 4 a 6 flores en cada uno. La flor individual tiene un pedúnculo corto; hay cinco sépalos verdosos, agudos y pequeños, que alternan con cinco pétalos amarillentos, de 8 a 10 mm de largo. Los estambres son 5, unidos en la base. Hay 10 nectarios bien desarrollados. La inflorescencia pistilada consta por lo común de una sola flor, en algunos casos de 2 o 3, en un eje de 5 a 8 centímetros de largo. El pistilo tiene el ovario cónico, carnoso, blancuzco, que se angosta en el ápice en un eje fino sobre el que están colocados el cáliz y la corola, similares a la de la flor estaminada; el estilo corto termina en un estigma discoide (Barrera,1998).

El fruto es una baya, carnosa, pueden tener crestas longitudinales o surcos, con muchas formas diferentes (globosa, ovoide, subovoide, piriforme, piriforme alargada), los tamaños pueden variar de 4.3-26.5 cm de largo, 3-11 cm de ancho (Lira,1996), y el color de la epidermis pueden ser blanca, verde claro u oscura y brillante, además de ser glabra o finamente pubescente con un número variable de espinas y una sola semilla. La semilla es suave no lignificada (Orea & Englemann,1983), lo que favorece su fusión con el pericarpio provocando el desarrollo vivíparo en madurez hortícola del fruto (Aung *et al.*, 1996).

El chayote se considera recalcitrante debido a que es vivíparo, es decir, la semilla no muestra período de latencia y germina en el fruto, puede dañarse si se extrae y muere por desecación como resultado de la carencia total o parcial de testa lignificada (Newstrom,1990).

Por otra parte, el chayote es una de las pocas especies cultivadas que ofrece una gran variedad genética de formas, tamaños, ornamentación, densidad y tipo de armadura, indumento y colores del fruto del chayote que son producidos en las zonas de agricultura tradicional (Del Ángel *et al.*, 2018).

La notable diversidad manejada por los agricultores tradicionales contrasta con la relativa homogeneidad que se observa en cultivos de plantaciones comerciales. En estos casos, los frutos deben de cumplir con las exigencias o normas de calidad impuestas por el mercado, las cuales son algo variables: frutos piriformes de color verde claro, lisos e inermes con menos de 15 cm de largo y 450 g de peso, buena presentación, sin daños físicos, ni manchas provocadas por patógenos; textura y sabor suave y agradable, son los más preferidos por el mercado. No obstante, se pueden encontrar una gran variedad de preferencias dependiendo de las regiones productoras y los sitios de consumo (Del Ángel *et al.*, 2018).

De acuerdo con Barrera (1998) y Lira (1996), la clasificación taxonómica del chayote es la siguiente:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dillinidae
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Sechium</i>
Especie:	<i>Edule</i>
Nombre científico:	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz.
Variedad:	<i>virens levis</i>

Las sinonimias que recibe el cultivo del chayote, o su fruto, es característico en los diferentes países donde se produce, es conocido por varios nombres comunes (Cuadro II-1.) o sinonimias que ha recibido (Newstrom,1991) citado por (Ruíz,2012).

Cuadro II-1. Sinonimias que recibe el fruto de chayote.

País	Sinonimias
México	Chayote
Colombia	Cidrayota
Ecuador	Achocha
Nueva Zelanda	Chow Chow
Cuba	Cho Cho
Guatemala	Huisquil
Honduras	Pataste
Costa Rica	Chayote
Venezuela	Chayote
Perú	Gayote
Georgetown	Leong Seeam
Paramaribo	Christophine
Brasil	Chu Chú
República Dominicana	Mirliton
Puerto Rico	Tayote
Dominica	Christophine

Fuente: Evidencia para el centro de origen del chayote, (Newstrom,1991).

2.1.3 Principales características morfológicas de las variedades de chayote

De acuerdo con lo señalado por Avendaño *et al.*, (2010) y Arévalo *et al.*, (2011), en México existen diez variedades registradas de *Sechium edule* de procedencia autóctona, cuyos descriptores han sido relacionados con su ancestro silvestre y que le han permitido su registro y protección legal. Las principales características de estas variedades se describen en el (Cuadro II-2).

Cuadro II-2. Principales características morfológicas de las variedades de chayote registrados en México.

Variedad	Forma	Color	Tamaño	Surcos o costillas	Pubescencia
<i>albus minor</i>	Piriforme	Mesocarpio crema	3.2-4.1 cm long. 3.0-3.3 cm ancho 2.7-3.2 cm grosor	No presenta	C / p *
<i>albus dulcis</i>	Piriforme	Blanco Crema	8.0-15.3 cm long. 4.8-8.8 cm ancho 3.8-7.3 cm grosor	Si presenta	S / p *
<i>albus levis</i>	Piriforme	Blanco a crema	6.1-16.6 cm long. 5.3-10.4 cm ancho 4.6-8.7 cm grosor	Si presenta	Baja
<i>nigrum minor</i>	Piriforme	Verde claro	4.5-3.2 cm long 3.1-6.9 cm ancho 2.8-6.2 cm grosor	No presenta	Baja
<i>nigrum conus</i>	Cónico	Mesocarpio verde oscuro	5.4-7.1 cm long 3.3-5 cm ancho 3-4.6 cm grosor	No presenta	Baja
<i>nigrum levis</i>	Piriforme	Mesocarpio verde oscuro	7.1-9.7 cm long 4.6-7.8 cm ancho 4.2-7.0 cm grosor	Si presenta	Mediana
<i>nigrum xalapensis</i>	Piriforme	Mesocarpio verde oscuro	5.5-26.6 cm long 4.4-18 cm ancho 4.0-10.7 cm grosor	Si presenta	Mediana
<i>nigrum spinosum</i>	Piriforme	Mesocarpio verde claro a verde oscuro	5.8-17.1 cm long 5.0-12.2 cm ancho 3.6-9.7 cm grosor	Si presenta	Baja
<i>nigrum maxima</i>	Piriforme	Mesocarpio verde muy claro	19.9 cm long 8.1-11.3 cm ancho 6.3-8.8 cm grosor	Si presenta	Baja
<i>virens levis</i>	Piriforme	Mesocarpio verde claro	9.30-18.30 cm long 6.0-11.40 cm ancho 5.40-9.60 cm grosor	Si presenta	Baja

Fuente: Avendaño *et al.*, (2010) y Arévalo *et al.*, (2011).

*C / p= Con pubescencia; S/ p= Sin pubescencia.

Las diferentes culturas de México han jugado un papel determinante en la aparición de variantes en *Sechium*. Al respecto Juárez *et al.*, (2014), encontraron que los campesinos y vendedoras zapotecas de la Región de Valles Centrales de Oaxaca, México; han desarrollado criterios para seleccionar plantas de chayote con base en sus características como tamaño, color, textura, consistencia y cantidad de estropajo. Para la extracción de la semilla, un indicador son los frutos que cumplen con características sobresalientes y son seleccionados para realizar la extracción de la semilla, para lo que deben estar fisiológicamente maduros.

Estos actores también reportan una amplia variabilidad morfológica en chayote en los Valles Centrales de Oaxaca que se puede deber a diferencias edáficas y climáticas presentes en la región, así como a los movimientos y criterios de selección de semilla que practican los productores y por ser una especie alógama, además del manejo tradicional que recibe la especie en los huertos en donde se cultiva. Esto indica que el tipo de suelo, el clima y el cuidado que se le brinda al chayote de acuerdo con el nivel de interacción entre el hombre y la planta seguramente son factores que explican las diferencias morfológicas y genéticas desarrolladas a través del tiempo (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2017).

Las culturas mesoamericanas sin lugar a dudas juegan un papel muy importante en la aparición de nuevas variantes, debido al desplazamiento y selección de especies de acuerdo con su uso (Cadena *et al.*, 2010). La planta de chayote se usa en su totalidad en la gastronomía de las diferentes culturas, desde la raíz hasta su fruto (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2017).

2.1.4 Valor nutricional y usos del chayote

El chayote posee una gran diversidad, especialmente a nivel de fruto y es ampliamente utilizado debido a su valor nutrimental, su consumo se ha incrementado crudo, en ensaladas, precocido, frito, al vapor u horneados. Es uno de los productos que se encuentra altamente arraigado a la cocina mexicana al consumirse en guisados,

ensaladas y dietas relacionadas con la reducción de peso ya que se le relaciona con propiedades diuréticas tanto en sus hojas como en semillas. Pueden ser consumidos como hortaliza tanto sus frutos, como los tallos, hojas, flores tiernas y la raíz (Cruz & López, 2005).

Los frutos inmaduros pueden ser consumidos en ensaladas y son una buena fuente de vitamina C. Pueden ser también hervidos, fritos, cocinados al vapor, o rellenos y horneados. Las hojas jóvenes y zarcillos son también consumidos, y las semillas pueden ser salteadas en mantequilla y servidas como aperitivos (Lira-Saade, 1996; Aung, 1998) citados por (Cadena *et al.*, 2011).

Estudios realizados con frutos y hojas de chayote han revelado actividad diurética, mitiga la retención de orina y el ardor al orinar cuando se disuelven piedras en el riñón bajo cierto tratamiento. De acuerdo con Jensen y Lai (1989) los frutos y hojas de chayote han revelado actividad diurética antiinflamatoria e hipotensora, incluso coadyuvante en la eliminación de cálculos renales. Por otra parte, Diré *et al.*, (2003) reporta que el chayote se usa como complemento en el tratamiento de arteriosclerosis e hipertensión, alivia la inflamación intestinal y cutánea, además de favorecer la cauterización de úlceras.

El fruto también es utilizado por la industria para la elaboración de alimentos infantiles, jugos, salsas y pastas. El valor nutricional del chayote, para diferentes partes comestibles de la planta se resume en el (Cuadro II-3). Para el caso de los frutos de chayote, se reporta una aportación de ácido fólico con $93.5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de chayote crudo, mientras que cocido y picado, su valor se reduce hasta $14.4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. El contenido de fibra oscila entre 1.7 y 2.2 % para el chayote crudo y cocido respectivamente de las verduras, mientras que el contenido de ácido ascórbico es de 6.4 a $7.7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Pérez *et al.*, 2008) citado por (Ruíz, 2012). Contiene además peroxidasas, esteroides, alcaloides, saponinas, fenoles, polifenoles flavonoides y cucurbitacinas, a los que se les atribuye actividad antialérgica, antiinflamatoria, antiviral

y antitumoral (Siciliano *et al.*, 2004; Cadena-Iñiguez *et al.*, 2007; Monroy-Vázquez *et al.*, 2009).

Cuadro II-3. Composición y contenido nutricional de diferentes estructuras de la planta de chayote.

Composición	Unidad por 100 g de muestra	Fruto maduro	Semilla	Brote	Raíz
pH		6.5-6.7	-	-	-
Energía	Cal.	26-31	-	60	79
Humedad	%	89-94.5	-	89.7	79.7
Azúcares solubles	%	3.3	4.2	0.3	0.6
Almidón	%	0.2	1.9	0.7	13.6
Proteínas	g	0.9-1.1	5.5	4.0	2
Lípidos	g	0.1-0.3	-	0.4	0.2
Carbohidratos	g	3.5-8.4	60	4.7	17.8
Fibra	g	0.4-1.0	-	1.2	0.4
Cenizas	%	0.4-0.6	-	1.2	0.4
Ca ⁺²	mg	12-19	-	58	7
P ⁺	mg	4-30	-	108	34
Fe ⁺²	mg	0.2-0.8	-	2.5	0.8
N	mg	4.85	-	-	-
Mg ⁺²	µg.ml ⁻¹	5.5	-	-	-
Cu ⁺²	µg.ml ⁻¹	8.82	-	-	-
Zn ⁺	µg.ml ⁻¹	8.4	-	-	-
Mn ⁺	mg	0.47	-	-	-
K ⁺	µg.ml ⁻¹	38	-	-	-
Vitamina A	µg	5	-	615	-
Tiamina	mg	0.03	-	0.08	0.05
Rivoflavina	mg	0.04	-	0.18	0.03
Niacina	mg	0.4-0.5	-	1.1	0.9
Ácido ascórbico	mg	11-20	-	16.0	19

Fuente: Lira- Saade (1996), Barrera (1998).

2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE CHAYOTE

2.2.1 Importancia mundial

Los principales países productores de chayote a nivel mundial son México, Costa Rica, Centro América, Brasil, Argelia, India, Australia y Nueva Zelanda. Sin embargo, no es posible presentar información estadística específica respecto a los volúmenes de producción, superficies sembradas y valor de la producción de dichos países, debido a que las fuentes como la FAO involucran al cultivo del chayote dentro del grupo de las cucurbitáceas, por lo que todas las referencias deben hacerse de acuerdo a fuentes del ramo financiero como Bancomext, Secretaria de Economía y publicados por otros gobiernos productores de chayote.

Actualmente el chayote se distribuye prácticamente en los cinco continentes, ya que en las últimas dos décadas ésta especie ha prosperado comercialmente de hortaliza de traspatio, a producto no tradicional de exportación (Cadena & Arévalo, 2010), su demanda principal es el mercado de Norte América.

Costa Rica fue el primer exportador de chayote hacia los mercados internacionales, satisfaciendo una demanda que no estaba cubierta por ningún proveedor, así mismo dicho país era hasta hace poco el exportador número uno de chayote en el mundo, y fue desplazado recientemente de esta posición por México (REDILACG, 2015); de acuerdo con el reporte de la Mexican Business Web (MBW, publicado el 25 de Julio de 2012), México se ubicó como líder a nivel mundial en la producción de chayote de exportación, señalando que el chayote nacional posee actualmente el 53% del mercado extranjero y sus ventas anuales superan los 10 millones de dólares (mdd), lo que representó un incremento de casi el 14% frente al 2008, cuando se vendían 8.8 mdd; mientras que para el 2006 las ventas al exterior sumaron 4.4 mdd. Las expectativas a futuro para los próximos años indican un posible incremento en sus ventas, al lograr entrar en nuevos mercados internacionales.

De acuerdo con los datos del SNIIM (2012), el principal mercado de exportación para el chayote mexicano es el estadounidense, el cual está fuertemente competido con las exportaciones de Costa Rica hacia ese país. Precios más competitivos a raíz de una producción más barata hacen que México sustituya poco a poco las exportaciones de chayote que Costa Rica envía a Estados Unidos. En el 2006 Costa Rica abastecía el 72% de las importaciones de chayote de EE. UU. En el 2010, esa cifra bajó a 53% (Quirós, 2012).

Las variaciones en precios mínimos y máximos dentro del mercado americano para el mes de octubre de 2012 oscilaron entre los 0.7 y 1.5 dólares por kilogramo, tanto para México como para Costa Rica. No obstante, el chayote proveniente de éste último país logró mantener siempre un ligero sobreprecio con respecto al producto mexicano (Del Ángel-Coronel, 2015).

2.2.2 Importancia en México

El cultivo de chayote se encuentra establecido prácticamente en todo el centro, sur y sureste de México, la producción se centra en 10 estados de la república mexicana, de acuerdo con estadísticas para el cultivo en forma comercial (SIAP, 2018), donde la entidad de Veracruz es la más importante de acuerdo a su volumen de producción y valor de la misma aportando hasta un 85.65% de la producción nacional (Figura II-1).

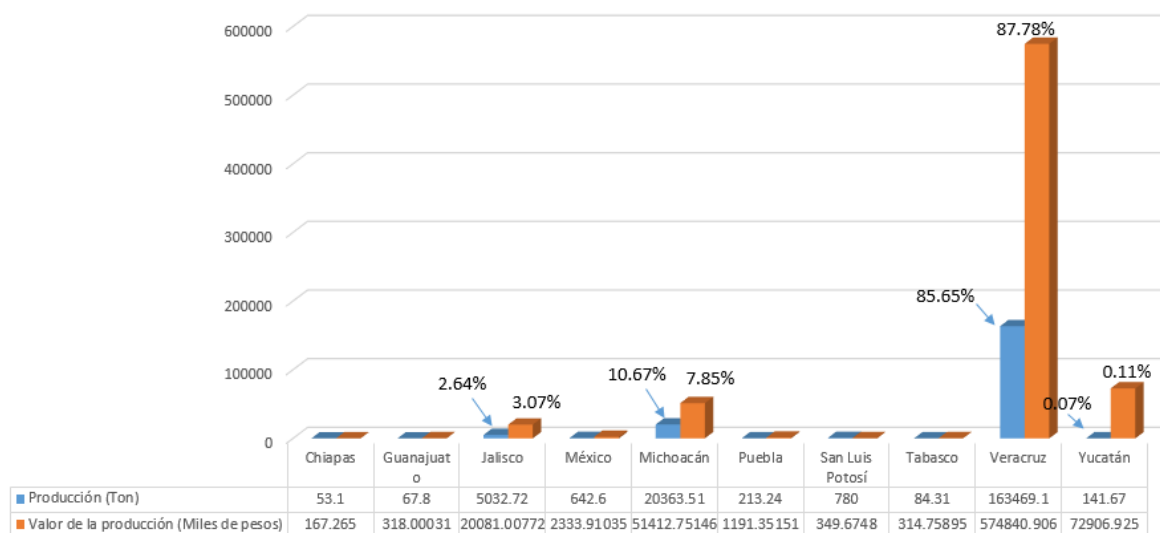


Figura II-1. Principales estados productores de chayote en México (Fuente: SIAP, 2017).

La dinámica productiva de cada estado ha ido variando considerablemente con el paso del tiempo, por ejemplo, en el año 2011 solo figuraban en la estadística los estados de Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán. En la actualidad dos entidades están produciendo chayote con crecimiento importante siendo Chiapas con 53.1 toneladas y Guanajuato con 67.8 toneladas y un valor de producción de hasta \$ 318.00031 pesos, otros estados, como Veracruz, Michoacán, Jalisco y Yucatán, han mantenido sus producciones como las principales del país (SIAP, 2018); mientras que el estado de Nayarit se ha retirado paulatinamente de entre los más importantes productores de chayote en México.

De acuerdo con los datos proporcionados por el SIAP (2018), a nivel nacional se siembran alrededor de 2,996.8 hectáreas de chayote, lo que representa el 0.01% de la superficie agrícola del país, con una producción de 190,848.05 toneladas y un valor de la producción aproximado de 654.9 millones de pesos.

2.2.3 Importancia en el estado de Veracruz

El chayote es uno de los cultivos estratégicos del estado de Veracruz, México. En este estado se cultivan más de 2,300 ha con esta especie (SIAP, 2018) en dos regiones

principales: la primera, ubicada en el corredor del bosque de niebla o mesófilo de montaña, donde se encuentran los municipios de Huatusco, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec, Orizaba e Ixtaczoquitlán; en esta zona el cultivo se realiza bajo condiciones de temporal. La otra región se encuentra en la zona de selva baja caducifolia donde se localizan los municipios de Actopan y Emiliano Zapata y ahí el cultivo se desarrolla bajo condiciones de riego (Cadena *et al.*, 2001). En condiciones naturales del sotobosque, *S. edule* se desarrolla como una planta trepadora eminentemente ortotrópica; mientras que, en los campos de cultivo, su crecimiento se ha transformado a plagiotrópico formando un dosel que le permite recibir una mayor radiación solar por más tiempo durante el día.

La producción de chayote se destina al mercado nacional y de exportación. Se considera una actividad altamente productiva y generadora de empleos, lo que propicia el arraigo de las familias en su medio. Tiene importancia social por la mano de obra que demanda, ya que en una huerta comercial de 4 ha se emplean de 30 a 35 personas (80 % mujeres) por un periodo de 6 a 9 meses; además, debido a que el fruto se puede dañar fácilmente, su cosecha y empaque requieren mano de obra adicional (Olguín *et al.*, 2013).

A nivel nacional, Veracruz es la entidad que ocupa el primer lugar en la producción de chayote seguido por los estados de Michoacán, Jalisco y Yucatán (Figura II-1) y, según datos del SIAP (2018), aporta hasta un 85.65% de la producción nacional con un promedio de 2,396 ha, así mismo, el estado es el mayor aportador de divisas, con un valor de la producción que oscila en 574,8 millones de pesos. Lo anterior es posible gracias a la concurrencia de 14 municipios, de los cuales: Coscomatepec, Ixtaczoquitlán, Actopan y Alpatláhuac son las principales regiones productoras (Figura II-2).

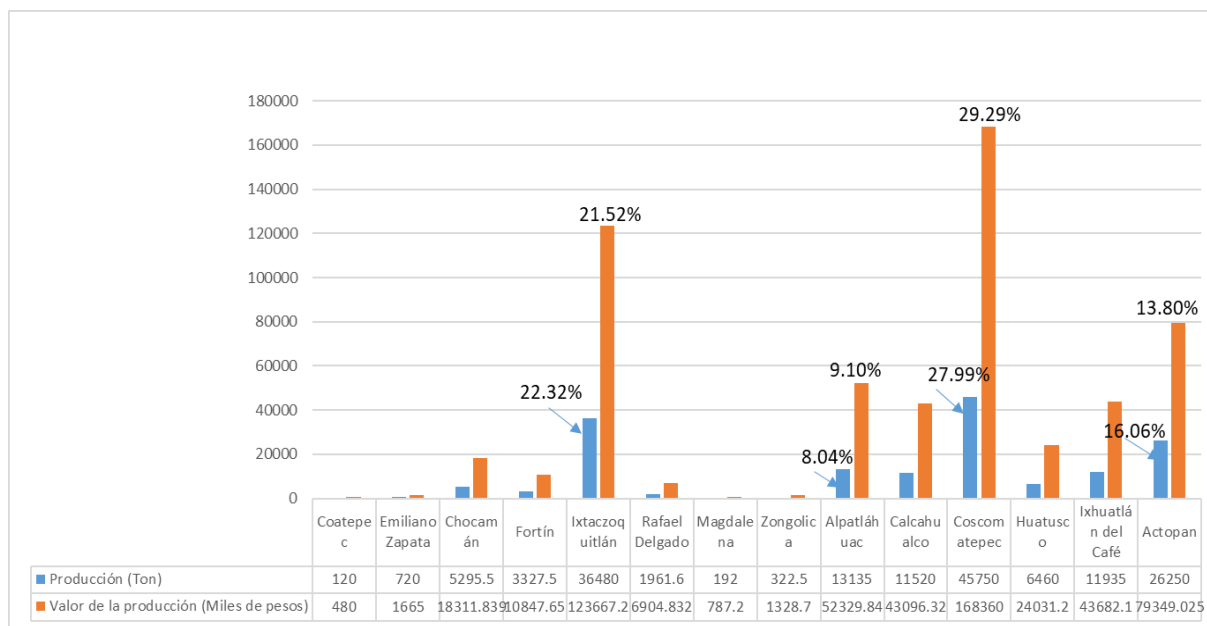


Figura II-2. Principales municipios productores de chayote en Veracruz, México (Fuente: SIAP,2017).

El municipio de Coscomatepec, ubicado en el corredor del bosque de niebla o mesófilo de montaña, se posiciona como primer lugar en producción del cultivo, con un total de 45,750 toneladas aportando prácticamente el 27.99% de la producción estatal, así mismo el municipio de Ixtaczoquitlán tuvo una producción de 36,480 toneladas generando un 22.32% en producción bajo condiciones de temporal, mientras que la zona de selva baja caducifolia donde se encuentra el municipio de Actopan tuvo una producción de 26,250 toneladas logrando el 16.06% de la producción bajo condiciones de riego en el estado de Veracruz, México.

2.3 MANEJO POSTCOSECHA DE LOS FRUTOS CHAYOTE

2.3.1 Fisiología postcosecha en frutos de chayote

Un fruto de chayote, es el ovario maduro junto con cualquier otra estructura que madure con él y forme una sola unidad. La semilla de chayote se considera endocárpica, es decir, que germina dentro del fruto, el chayote es considerado un fruto no climatérico y de carácter vivíparo. Tiene una curva de crecimiento de fruto tipo

simple sigmoidea, el cual inicia justo después de que la flor ha sido polinizada, y para el caso de los chayotes producidos en México, se ha reportado que la madurez fisiológica de corte se alcanza entre los 18 y los 22 días y tamaños de fruto de 200 a 400 g, dependiendo de los requisitos establecidos por el mercado, mientras que para los chayotes producidos en Costa Rica, la madurez fisiológica de corte se reporta alrededor del día 25, cuando el fruto alcanza un peso entre 300 y 350 g (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2007; Cadena & Arévalo, 2010; Del Ángel-Coronel, 2015).

De acuerdo con Aung *et al.*, (1992); Arévalo *et al.*, (2011) han reportado que durante la madurez hortícola del fruto de chayote la concentración de CO₂ puede variar desde los 5 hasta los 20 mL·kg⁻¹·h⁻¹ (Cuadro II-4) mientras que la de etileno se reporta en el orden de 4.5 ng·kg·s⁻¹ (Cadena *et al.*, 2006) y que las concentraciones superiores a 1 mg de C₂H₄·kg·h⁻¹ pueden provocar susceptibilidad a daños en el tejido de los frutos de chayote, principalmente relacionados con la apertura y germinación del fruto (Cadena *et al.*, 2006).

Cuadro II-4. Clasificación de la intensidad respiratoria de los diferentes grupos varietales de chayote.

Intensidad Respiratoria		
Baja (5-10 mL CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	Media (10-15 mL CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	Alta (15-20 mL CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)
<i>albus minor</i>	<i>albus levis</i>	<i>nigrum spinosum</i>
<i>nigrum conus</i>	<i>nigrum levis</i>	<i>nigrum xalapensis</i>
<i>nigrum minor</i>	<i>albus spinosum</i>	
<i>virens levis</i> (mexicano)	<i>virens levis</i> (costarricense)	
	<i>albus dulcis</i>	
	<i>nigrum máxima</i>	

Fuente: Arévalo *et al.*, (2011)

Así mismo Arévalo *et al.*, (2011), reportan las pérdidas fisiológicas de peso en frutos de chayote que oscilan entre el 7 y 17% después de 8 días a 20°C (Cuadro II-5).

Cuadro II-5. Pérdida de peso registrada en frutos con ocho días después de cosecha a temperatura ambiente (20°C).

Pérdidas de peso(%)		
Baja (< 7%)	Media (8-10%)	Alta (13-17%)
<i>virens levis</i> (mexicano)	<i>virens levis</i> (costarricense)	<i>nigrum spinosum</i>
	<i>nigrum xalapensis</i>	<i>albus spinosum</i>
	<i>nigrum conus</i>	<i>nigrum máxima</i>
	<i>nigrum levis</i>	<i>albus minor</i>
	<i>nigrum minor</i>	
	<i>albus levis</i>	
	<i>albus dulcis</i>	

Fuente: Arévalo *et al.*, (2011)

2.3.2 Tecnología postcosecha de frutos de chayote

Dado que los frutos de chayote son cosechados manualmente en las plantaciones comerciales esta actividad debe ser programada y mucho más sistemática, de tal manera que puedan establecerse de dos a cuatro cortes por semana durante el periodo de producción, inmediatamente después deberán seleccionarse y clasificarse de acuerdo a los criterios establecidos para los mercados locales, de exportación o industria (Del Ángel-Coronel, 2015). En México, los requisitos que deben cumplir los frutos seleccionados para estos tipos de mercados se encuentran señaladas por la norma oficial mexicana NOM-FF-47-1982 y el Codex Stan 216-1999, que establece categorías de acuerdo a su apariencia y sanidad e integra una clasificación por calibres la cual está relacionada con la dimensión general del fruto y su peso (Arévalo *et al.*, 2011).

De acuerdo con el Codex Stan 216-1999, se hace mención a las disposiciones relativas a la calidad para los frutos de chayote, los cuales deberán estar enteros, sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo, estar limpios, y exentos de cualquier materia extraña visible, estar prácticamente libres de plagas que afecten al aspecto

general del producto, exentos de daños causados por plagas, exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica; estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños, ser de consistencia firme, tener un aspecto fresco, no presentar daños causados por bajas temperaturas, magulladuras ni daños causados por el sol; estar exentos de pulpa fibrosa y de espinas duras; así como también estar exentos de señales visibles de germinación.

De acuerdo con Arévalo *et al.*, (2011); El fruto de chayote y sus grupos varietales requieren el desarrollo de un buen sistema de manejo que se adecue a sus características morfológicas y fisiológicas, esto implica establecer un sistema de empaque con equipo especial que incorpore un tren de flujo continuo para la implementación de las diferentes etapas.

Debe enfatizarse en que el sistema postcosecha debe ser eficaz como para cumplir los siguientes requisitos:

- Mantener la calidad comercial del fruto: evitar las pérdidas de agua con aplicación de ceras comestibles, para mantener o proporcionar el brillo, reducir transpiración y otras funciones metabólicas, de tal forma que prolongue la vida de anaquel.
- Mayor eficiencia en trabajos de empaque y mayor compromiso de los envíos, ya que el tiempo de empaque de un contenedor de 48 pies, será de máximo 8 horas contra 24 horas que actualmente toma con el sistema tradicional de empaque manual.
- Cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad que permitan mayor competitividad en los mercados-destino tradicionales (Estados Unidos y Canadá) así como diversificar otros (Europa y Asia)
- Reducción y/o eliminación del porcentaje de germinación de semilla contenida en el fruto (viviparismo)
- Reducción de costos, pérdidas, penalizaciones y/o reclamos
- Al lograr mayor eficiencia en el sistema de empaque, se reducirán los costos estabilizando la plataforma de empleos locales en el área rural, seguridad en

la frecuencia de envíos para el comprador primario (introducción) y para el consumidor.

A continuación, se describe el proceso para un buen manejo postcosecha en frutos de chayote:

- **Corte y traslado de la fruta de campo a bodega**

Para la recolección del fruto se realiza en forma manual empleando como principal índice de cosecha el tamaño del fruto. Se emplean cajas de plástico, lisas en su interior para evitar dañar el fruto y se realiza una preselección del fruto en la huerta considerando tamaño y en algunos casos incidencia de ampolla, se transporta a las plantas empacadoras donde se reclasifica. Los vehículos provenientes del campo deben estacionarse en la sombra para evitar el calentamiento y daño por sol. Las cajas con chayote deben descargarse manualmente para evitar áreas dañadas en frutos que generen deterioro y pérdidas debido a cortes, abrasión, frutos aplastados y/o raspados.

- **Recepción y selección del chayote**

Consiste en un área amplia para recibir toda la fruta que llega del campo en cajas y debe ser depositada de inmediato en tinajas de lavado y desinfectado. En este proceso se eliminan aquellos frutos que presenten algún defecto como malformación, daños físicos, inmadurez, entre otros.

La selección se lleva a cabo de forma manual y se clasifican en categorías por su apariencia y tamaño.

De acuerdo con el Codex Stan 216-1999 el calibre se determina por el peso o la longitud, con un peso mínimo de 200 g o una longitud mínima de 12 cm, de acuerdo con el (Cuadro II-6):

Cuadro II-6. Disposiciones relativas a la clasificación por calibres.

Código de calibre	Peso (en gramos)	Longitud (cm)
A	200-300	12-14
B	301-400	15-16

C	401-500	>16
D	>500	

Fuente: Codex Stan 216-1999

La diferencia de peso entre los frutos correspondientes al código de calibre D no deberán exceder de 150 g.

- **Área de lavado**

El contenido de la caja se voltea con cuidado en el tren de lavado, el cual puede contener agua clorada u ozonificada con el objetivo de eliminar algún agente patógeno (hongos y bacterias). El producto se lava para retirar la mugre y los materiales extraños, además para mejorar su aspecto. Se recomienda hacer un lavado con agua clorada (hipoclorito de calcio a $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) y/o algún detergente biodegradable.

- **Área de secado**

Los frutos previamente lavados, pasan a un túnel de aire con ventiladores de caracol para eliminar los remanentes de agua superficial del producto que adquirió en el lavado, para evitar la proliferación de hongos y bacterias en el almacenamiento. El flujo de aire es de alrededor de $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ con aire a temperatura entre 19 y 26 °C, para remover el exceso de humedad y la aplicación de cera pueda realizarse fácilmente.

- **Área de encerado y secado**

Los frutos seleccionados, lavados y desinfectados, continúan el proceso de encerado, donde un grupo de esponjas en rodillos hacen el terminado de aplicación a la parte del fruto para que este no reciba directamente el recubrimiento. Se utilizan ceras grado alimenticio (véase 2.4), y se aplican con el propósito de reemplazar algunas de las ceras naturales removidas en el lavado. Esta fase pretende reducir la transpiración y consecuentemente pérdidas de peso, al sellar las estomas (poros) de la piel del fruto, se busca atenuar imperfecciones físicas (pequeñas ralladuras, golpes) por manejo y mejorar la apariencia.

El encerado debe hacerse una vez que se ha realizado la selección del calibre y categoría de fruto a empacar. La cera para aplicar en frutos de chayote deberá tener

un contenido de sólidos menor al 10%, y por las características del sistema no se aplica fungicida a la cera. Después de la aplicación de cera, los chayotes deben ser secados. Los chayotes encerados se empaquetan manualmente en forma individual con bolsa de polietileno transparente, la cual tiene cinco perforaciones por lado para facilitar la circulación del aire frío y humedad ambiental, además de evitar rozaduras y la consecuente pérdida de calidad de los frutos.

- **Área de empaque**

Los frutos se depositan en cajas, estandarizando el peso y estibándola en una plataforma de madera (tarima) previamente desinfectada y certificada por una empresa autorizada para ingreso a los Estados Unidos de América, dejando separaciones entre las estibas para permitir el paso del aire. Empacar muy apretadamente los frutos pueden causar daños por compresión, pero hacerlo holgadamente causa vibración y daños por rozadura o abrasión. Generalmente se utilizan cajas de plástico (40 libras) cuando el destino son los supermercados, y deben ser nuevas, o en su defecto, lavadas y desinfectadas. Otra opción son las cajas de cartón con capacidad de 40 libras (18.6 Kg) que contienen aproximadamente 60 piezas, mismas que deben ir estibadas en el interior en tres capas de 20 frutos cada una.

Cuando se utilizan de 15 libras (7.5 Kg), los frutos son separados en cuatro divisiones, cada una con seis piezas. Es importante que las cajas tengan un interior liso y ventanas (5 % de la superficie del área total) para que el aire circule y evitar la condensación alrededor del fruto.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-FF-47-1982 y el Codex Stan 216-1999; el contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por chayotes del mismo origen, variedad y/o tipo comercial, calidad, color y calibre. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

Los chayotes deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Los chayotes deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995). Cada envase debe llevar en el exterior una etiqueta o impresión permanente, con caracteres legibles e indelebles, redactados en español, que tenga como mínimo los datos siguientes:

- Chayote en estado fresco
- Identificación simbólica del chayote en estado fresco
- Marca o identificación simbólica del productor o envasador
- Nombre y dirección del productor, distribuidor o exportador y cuando se requiera, el del importador.
- Zona regional de producción y la leyenda "Producto de México".
- Fecha de envasado.
- Designación del producto.
- Contenido neto en gramos o kilogramo.

- **Área de estibado**

Con las cajas terminadas se inicia el proceso de paletizado, el cual consiste en poner estibas de 46,56, o 64 cajas (7x7, 7x8, 8x8) sobre la tarima de 1.0 x 1.05 m, se fijan con cuatro esquineros y fleja de forma horizontal para que la tarima quede fija a la carga. En caso de que la carga paletizada no se introduzca al camión con sistema de refrigeración (termoking), se puede conservar en cuarto frío bajo condiciones de temperatura mínima de 10°C y HR mínima de 85-88%, y los encargados de esta área deben asegurarse que las cajas estén perfectamente alineadas para reducir el impacto

focalizado durante el trayecto terrestre que destruya la formación de la estiba y el peso se acentúe en un solo punto.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-FF-47-1982; el acomodo de los chayotes dentro del envase debe hacerse de tal manera que asegure su protección durante el transporte, el producto no debe sobresalir del nivel superior de la caja o reja. El Comité Consultivo Nacional de Normalización de Envase y Embalaje, recomienda para el envasado de este producto el uso de las cajas con las siguientes dimensiones (cm):

Clave	Capacidad	Largo x	Ancho x	Alto
C-350	25 kg	50	40	35
D-200	15 Kg	50	30	20

- **Enfriado**

Aun cuando los frutos de los grupos varietales de chayote, no precisan de un enfriado inmediato a su paletizado, es recomendable almacenarlos en condiciones de frío si su tránsito no es inmediato. Lo reportado por MAG (1991) en Costa Rica, es almacenarlos por un tiempo máximo de 30 días a temperatura ambiente, pero de preferencia mantenerlos en cámara fría entre 12 y 14°C con 90% de humedad relativa; mientras que Cadena *et al.*, (2006) mencionan que las condiciones tanto de almacenamiento como de traslado a los mercados deben ser de 80-90% de humedad relativa y una temperatura de 10°C, pudiendo conservarse hasta 28 días. Los cambios bruscos de temperatura y humedad aparte de provocar condensación e incremento en la incidencia de enfermedades, promueve el proceso de germinación de la semilla en el fruto (viviparismo).

- **Trasporte**

De acuerdo con Del Ángel-Coronel (2015); cita que los frutos cuando su tránsito es hacia centros de acopio o de comercialización, se hace en vehículos no refrigerados, por su bajo costo y las bajas exigencias de condiciones ambientales del producto. Las características del fruto determinan la necesidad de pronta carga de los contenedores, ya que no se realizan operaciones de pre-enfriamiento en algunos casos. Se emplean

contenedores regulares, preferiblemente con sistema de enfriamiento vertical, calibrados a 10°C. Bajo estas condiciones, con una humedad relativa de entre 85 y 90% además de una buena selección del material, el producto puede conservarse en óptimas condiciones por 30 días.

Arévalo *et al.*, (2011); mencionan que cuando la carga paletizada se introduce al termoking es fundamental que este haya tenido un pre enfriado, no debe existir obstrucción de la circulación de aire. Las cajas deben estar acomodadas de forma que estén separados de las paredes laterales y del piso para minimizar la conducción de calor del medio ambiente exterior. El uso de pallets mantiene las cajas de cartón separadas del piso y las cargas hacia el centro dejan un espacio de aire aislante entre las cargas paletizadas y las paredes.

Siempre debe dejarse un espacio entre la última pila del producto y la parte trasera del vehículo de transporte. La carga debe apuntalarse para evitar desplazamientos contra la puerta trasera durante el tránsito. Si la carga se desplaza, puede obstruir la circulación de aire y las cajas desplomadas será un peligro para el operador que obra la puerta en el destino. El apuntalado de la carga se puede realizar usando barandillas de carga, colchonetas de aire, bloques de estiroespuma o puntales de madera. La calve es inmovilizar el producto apilado para reducir los daños durante el transporte (Arévalo *et al.*, 2011).

2.3.3 Criterios de calidad (NOM-FF-47-1982, productos alimenticios no industrializados para uso humano-hortalizas en estado fresco chayote).

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-FF-47-1982 establece las características de calidad que debe cumplir el chayote (*Sechium edule*) en estado fresco, destinado al consumo humano directo.

De acuerdo con la terminología que presenta la norma se establecen los defectos de la siguiente manera:

- Defecto menor: Cuando un chayote tiene raspaduras, costras o manchas, siempre y cuando sean superficiales y cubran un área entre 1.0 y 7.0 cm³.
- Defecto mayor: Cuando un chayote tiene evidencias de plagas o enfermedades y magulladuras que no afecten el interior del producto o cualquier defecto que cubra un área entre 7.1 y 23.0 cm³.
- Defecto crítico: Cuando un chayote tiene estados avanzados de enfermedades o daños producidos por plagas, heridas no cicatrizadas o magulladuras que afecten el interior del producto o cualquier defecto que cubra un área mayor de 23.0 cm³.
- Para otras definiciones relacionadas con esta Norma se debe consultar la NOM-FF-6 (Productos Alimenticios no Industrializados para Uso Humano - Fruta Fresca – Terminología).

Para los efectos de esta Norma, se entiende por chayote al producto hortícola perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, del género *Sechium* y especie edule, los cuales son clasificados de acuerdo a sus especificaciones en tres grados de calidad, en orden descendente:

- México Extra
- México Núm. 1
- México Núm. 2

El producto clasificado se designa por su nombre, tamaño y calidad. El producto que no ha sido clasificado de acuerdo con alguno de los grados enunciados anteriormente se designará como "No Clasificado". El término "No Clasificado" no es un grado de calidad dentro del texto de esta Norma, sino una designación que denota que ningún grado de calidad se ha dado al lote.

El producto objeto de esta Norma en sus diferentes grados de calidad debe cumplir con las especificaciones siguientes:

Especificaciones sensoriales:

- Los chayotes deben ser frescos, limpios, sanos, enteros y bien desarrollados
- Tener forma y olor característico
- Tener consistencia firme
- Estar exentos de humedad exterior
- Estar libres de descomposición o pudrición
- Estar prácticamente libres de defectos de origen mecánico, meteorológico, entomológico, microbiológico o genético- fisiológico
- El color que el chayote debe presentar en su cáscara es verde amarillento característico

Especificaciones físicas:

- El tamaño de los chayotes se determina en base a su longitud y se debe clasificar de la siguiente manera (Cuadro II-7):

Cuadro II-7. Clasificación del tamaño de los frutos de chayote de acuerdo a la NOM-FF-47-1982.

Tamaño	Longitud (cm)
A	Mayor de 16.0
B	14.1 de 16.0
C	12.1 de 14.0
D	10.0 de 12.0
E	Menor de 10.0

Fuente: NOM- FF-47-1982.

Para la calidad México Extra se permiten los tamaños C o D, y para las calidades México No.1 y México No. 2 se permiten todos los tamaños A, B, C, D o E.

Especificaciones de defectos:

- En cuanto a las especificaciones de defectos en la calidad México Extra, los frutos deben estar prácticamente libres de cualquier defecto y dentro de la tolerancia establecida para esta calidad.
- En la calidad México No.1 los frutos pueden presentar como máximo un defecto menor por unidad y deben estar dentro de la tolerancia establecida para esta calidad.
- En la calidad México No.2 los frutos pueden presentar como máximo un defecto mayor por unidad y deben estar dentro de la tolerancia establecida para esta calidad.

Especificaciones de presentación:

- México extra: Los chayotes dentro de esta calidad deben ser envasados siguiendo una rigurosa selección, dejando cada envase perfectamente presentado, su aspecto global debe ser uniforme en cuanto a color y tamaño y estar dentro de la tolerancia de tamaño establecida para esta calidad.
- México No.1 y México No.2: Los chayotes de estas calidades pueden presentar variaciones en cuanto a homogeneidad en lo concerniente a color y tamaño y deben estar dentro de la tolerancia de tamaño establecida para estas calidades.

Tolerancias:

Para las especificaciones físicas y de defectos, en los distintos grados de calidad, se permiten como máximo las tolerancias siguientes:

Cuadro II-8. Tolerancia de tamaño para los distintos grados de calidad de acuerdo a la NOM- FF-47-1982.

		Calidad		
Tolerancia	México Extra	México No.1	México No.2	
Tamaño	5%	10%	15%	

Fuente: NOM- FF-47-1982.

Cuadro II-9. Tolerancia de defectos para todos los grados de calidad.

Tipo de defectos	Punto de embarque	Punto de arribo
Críticos	4.0%	5.0%
Mayores	6.0%	7.0%
Menores	10.0%	12.0%
Acumulativo	10.0%	12.0%
Pudrición	0.5%	1.0%

Fuente: NOM- FF-47-1982.

En las tolerancias de tamaño y defectos, se da el porcentaje permitido para el lote. En chayotes el porcentaje permitido que no corresponde a la designación declarada se evalúa por conteo.

NOTA: Residuos tóxicos. Están sujetos a las tolerancias establecidas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la de Salubridad y Asistencia, incluyendo aquellos correspondientes a residuos de plaguicidas, productos mejoradores de la apariencia y otros.

2.4 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA PROLONGAR LA VIDA DE ANAQUEL

Los recubrimientos comestibles funcionan como agentes protectores, los cuales forman una barrera en la superficie del fruto que permite modular el intercambio de gases y vapor de agua (Alvarez, 2012). Se puede definir el tipo de recubrimiento para cada producto, dependiendo de la cantidad de sustancias y reacciones químicas que requieran los frutos, así como la permeabilidad y su resistencia; se emplean principalmente por cuestiones estéticas y para evitar la degradación del alimento.

La característica fundamental más importante de una película comestible es la resistencia contra la migración de la humedad, por ello se deben conservar los niveles críticos de actividad de agua para asegurar la calidad e integridad metabólica, controlar la maduración y senescencia. Sin embargo, se debe asegurar una cierta permeabilidad al oxígeno y dióxido de carbono para evitar un estatus anaeróbico. Actualmente los

recubrimientos comestibles se elaboran a partir de variedades de polisacáridos, proteínas ceras naturales y resinas, entre otros (Alvarez, 2012).

A continuación, se presentan algunos de los recubrimientos más utilizados en la industria y su principal función:

2.4.1 Carnauba

La cera de Carnauba es un producto natural obtenido a partir de la extracción y el procesamiento del polvo cerífero de las pajas de la palmera *Copernicia prunifera*. En general, el 85% de la cera de carnauba está compuesta de ésteres, pequeños porcentajes de ácidos grasos libres, alcoholes libres, además de una pequeña cantidad de resinas e hidrocarburos. De acuerdo con Júnior & Marques (2014), mencionan que la cera presenta alto punto de fusión entre 83-85°C y es principalmente utilizada en la industria de alimentos sobre la emulsión para conservación de las frutas.

2.4.2 Goma Laca (Shellac)

De acuerdo con Gómez (2011), señala que Shellac es un aditivo alimentario incluido en la lista positiva de la Directiva 95/2 de los aditivos alimentarios con el número E-904, utilizado en muchos 6/32 alimentos (frutas incluidas) como tratamiento de superficie, en una aplicación de quantum satis (cantidad adecuada). De acuerdo con la normativa comunitaria (Directiva Europea 95 / 2), la goma laca (shellac) se permite como tratamiento de superficie de frutas frescas de cítricos, melones, peras, manzanas, melocotones y piñas. En JECFA (FAO), es un agente de superficie en general, sin preocuparse de la toxicidad de todos los alimentos (como frutas frescas).

La goma laca es una resina segregada por el insecto lac que crece en los árboles en los bosques de la India y Tailandia. Se procesa y se vende como escamas secas, que se disuelven en alcohol desnaturalizado para hacer laca líquida. Posee buenas cualidades de aislamiento de la humedad (Gómez, 2011).

2.4.3 Otros recubrimientos comestibles

a) Polisacáridos

Los polisacáridos constituyen un grupo heterogéneo de polímeros, en el que intervienen más de 10 monosacáridos unidos por distintos enlaces glucosídicos; los polisacáridos de menos de 10 son los oligosacáridos (Badui & Cejudo, 2006).

Ramos García *et al.*, (2010) mencionan que los recubrimientos hechos a base de polisacáridos han sido los más utilizados para recubrir frutos, y esto es debido a sus propiedades mecánicas de adherencia y flexibilidad en la superficie de los productos hortofrutícolas; además mencionan que estos recubrimientos tienen buenos resultados para mantener la firmeza, textura y color, en productos como peras, limón, aguacate, coles y mangos.

b) Proteínas

Los recubrimientos hechos a base de proteínas presentan mejores propiedades de barrera a los gases, sin embargo, la resistencia que presenta al vapor de agua es menor debido a su naturaleza hidrofílica (Pérez y Krochta, 2000). Ramos García *et al.*, (2010), mencionan que los recubrimientos con gluten, cera de abeja, proteína de suero de leche y ceras naturales, ayudan a mantener un buen atributo sensorial como es el sabor, en el caso de las fresas, y redujo a su vez el pardeamiento enzimático.

c) Cera de abeja

El própolis o propóleo es una resina cerosa natural, de composición compleja y consistencia viscosa, que las abejas elaboran a partir de partículas resinosas de diferentes vegetales. Su composición difiere en función de la variedad de las abejas, el clima, la flora, la época de recolección y la situación geográfica (Figueroa *et al.*, 2011). Es prácticamente insoluble en agua, pero soluble en alcohol, razón por la cual

la mayoría de las aplicaciones se realizan a través de extractos etanólicos. Una de las propiedades más estudiada de los propóleos es su actividad antibacteriana. Además, se reportan propiedades antibióticas, antifúngicas, antioxidantes, antivirales, y antiparasitaria (Figuerola *et al.*, 2011).

d) Hidrocoloides

Teniendo en cuenta el creciente interés por parte de los consumidores de productos naturales, más sanos, seguros y respetuosos con el medio ambiente, en los últimos años se están desarrollando recubrimientos naturales a base de hidrocoloides y ceras naturales, recubrimientos conocidos como “comestibles” o edible coatings. La aplicación de recubrimientos a las frutas crea una barrera semipermeable a gases (creando una AM) y al vapor de agua, lo que reduce la velocidad de respiración y la deshidratación de los productos recubiertos. Además, estos recubrimientos permiten la incorporación de aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, sales minerales, etc.) que permiten retardar el pardeamiento enzimático, la aparición de desórdenes fisiológicos como el escaldado superficial, el crecimiento microbiano, la pérdida de textura, etc. (Gómez, 2011).

e) *Aloe vera*

Los recubrimientos a base de *Aloe vera*, son una buena alternativa para la conservación de alimentos debido a que es comestible, invisible, inodoro y no afecta el sabor de las frutas y verduras en las que se aplica. Tampoco representa ningún riesgo para la salud humana. De acuerdo con Misir *et al.*, (2014) mencionan que el *Aloe vera* tiene la potencialidad de preservar los frutos de manera efectiva debido a su acción antimicrobiana. A su vez mencionan que la aplicación de gel a base de *Aloe vera* (100%) funciona para conservar la fruta de la papaya a temperatura ambiente entre 25 ° C - 29 ° C y 82- 84% de HR; de acuerdo a su investigación observaron que, durante el almacenamiento, la pérdida de peso de la fruta no recubierta (testigo) fue significativamente mayor que la de la fruta recubierta con gel de *Aloe vera*.

f) Ácidos salicílico y acetil-salicílico

Algunos compuestos naturales como el ácido salicílico y el ácido acetil salicílico tienen efecto retrasando el proceso de maduración de algunos frutos como el kiwi, mango y melocotón, a través de la inducción de enzimas antioxidantes o de la inhibición de la síntesis de etileno (Serrano *et al.*, 2018). A su vez, Anchundia *et al.*, (2016) mencionan que el ácido salicílico es un regulador endógeno del crecimiento de las plantas, se ha encontrado que genera un amplio rango de respuestas metabólicas y fisiológicas en plantas, afectando su crecimiento y desarrollo. El ácido salicílico es un compuesto natural y fenólico que exhibe un alto potencial para controlar pérdidas postcosecha en cultivos. Santiago-Vázquez, (2014) menciona al ácido acetil salicílico y ácido salicílico como agentes de defensa contra organismos patógenos, así como la relación con la adaptación de las plantas a los ambientes extremos y esto pudiera convertir a este compuesto y sus derivados en herramientas para el manejo agronómico del estrés.

g) Ácido giberélico

El uso de ácido giberélico en forma de aspersiones en precosecha o por inmersión en postcosecha con el fin de retardar la degradación de clorofila y por lo tanto retrasar la pérdida de la coloración verde, actúan directamente en un incremento de la síntesis de clorofila y retardan la síntesis de carotenoides, es decir retardan el inicio de la senectud de la cáscara con lo que la fruta tratada es más resistente a los daños de tipo mecánico, el ácido giberélico actúa directamente provocando una reconversión de los cromoplastos (pigmentos de color amarillo) a cloroplastos (pigmentos de color verde) (Risueño, 2006).

h) Decco Vegetable Lustr 227F

Vegetable Lustr 227F, es una cubierta de alto brillo para aplicación en postcosecha y productos vegetales frescos como tomates, pepinos, chile pimiento, calabacitas y otros productos de piel suave. La aplicación de esta cera mejora la apariencia y reduce la pérdida de peso por evaporación. Este recubrimiento aparece en los ingredientes grado alimenticio de la lista 21 del CFR (Code of Federal Regulations) de Estados Unidos para uso de cubiertas de frutas y vegetales frescos (Véase Anexo A).

III. ANTECEDENTES

3.1 EFECTO DEL ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO Y ÁCIDO SALICÍLICO

Popova *et al.*, (1997), realizaron una revisión literaria del ácido salicílico donde mencionan las propiedades y beneficios que tiene en diversos cultivos, así como también describen su biosíntesis y papel fisiológico, donde mencionan que el ácido salicílico inhibe la producción de etileno y crea resistencia contra enfermedades fungosas.

De acuerdo con Senaratna *et al.*, (2000), mencionan que la aplicación de ácido salicílico y acetil salicílico pueden conferir la tolerancia al estrés en plantas, esto debido a la evaluación que realizaron en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), y la aplicación de estas moléculas en concentraciones de 0.05, 0.1, 0.5, 1.0 y 5.0 mM; teniendo como mejor resultado al estrés por calor, enfriamiento y sequía la aplicación de ácido salicílico y acetil salicílico en concentraciones de 0.1-0.5 mM.

Alvarenga *et al.*, (2007) realizaron una conservación *In vitro* de chayote, en donde utilizaron ácido acetil salicílico en el medio de cultivo para los explantes, donde mostraron altos porcentajes de supervivencia hasta en un 95 %, respecto a los testigos.

El ácido salicílico aplicado en diferentes formas se ha reportado que provoca el cierre de estomas y reduce la transpiración, aumenta la biomasa en soya y pinos San

Miguel *et al.*, (2003) citado por Villanueva-Couoh *et al.*, (2009); e incrementa la embriogénesis somática en cultivos de tejidos. Otros autores como Santiago-Vázquez, (2014); menciona al ácido acetil salicílico y ácido salicílico como agentes de defensa contra organismos patógenos, así como la relación con la adaptación de las plantas a los ambientes extremos y esto pudiera convertir a este compuesto y sus derivados en herramientas para el manejo agronómico del estrés.

A su vez, Anchundia *et al.*, (2016) mencionan que el ácido salicílico es un regulador endógeno del crecimiento de las plantas, se ha encontrado que genera un amplio rango de respuestas metabólicas y fisiológicas en plantas, afectando su crecimiento y desarrollo. El ácido salicílico es un compuesto natural y fenólico que exhibe un alto potencial para controlar pérdidas postcosecha en cultivos.

Mientras que Serrano *et al.*, (2018) mencionan que las aplicaciones de estos compuestos tienen efecto retrasando el proceso de maduración de algunos frutos como el kiwi, mango y melocotón, a través de la inducción de enzimas antioxidantes o de la inhibición de la síntesis de etileno.

3.2 EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO

De acuerdo con Abdelnour *et al.*, (2002), realizaron una micro propagación de chayote a partir de brotes vegetativos en donde utilizaron 0.05 y 0.1 mg L⁻¹ de ácido giberélico; teniendo como resultado que la aplicación del ácido giberélico en el medio de cultivo indujo la brotación de yemas en los explantes.

El uso de ácido giberélico en forma de aspersiones en precosecha o por inmersión en postcosecha con el fin de retardar la degradación de clorofila y por lo tanto retrasar la pérdida de la coloración verde, actúan directamente en un incremento de la síntesis de clorofila y retardan la síntesis de carotenoides, es decir retardan el inicio de la senectud de la cáscara con lo que la fruta tratada es más resistente a los daños de tipo mecánico, el ácido giberélico actúa directamente provocando una reconversión de

los cromoplastos (pigmentos de color amarillo) a cloroplastos (pigmentos de color verde) (Risueño, 2006).

De acuerdo con Cadena-Iñiguez *et al.*, (2008), mencionan que el ácido giberélico puede estar relacionado con la presencia de espinas en los frutos de chayote, la aplicación de GA₃ (31 mg·kg⁻¹) después de la antesis para analizar los frutos de *V. levis* promueve el desarrollo de espinas, similar a las observadas en *N. spinosum* y el pariente silvestre; una vez que el AG₃ deja de ser aplicado, la ocurrencia de espinas desaparece, esto sugiere algún tipo de ajuste en la ruta metabólica de la síntesis de AG₃, en la ruta de metabolismo secundario. De igual manera mencionan que el ácido giberélico es una hormona relacionada al proceso de germinación, la germinación se estimula con la aplicación de giberilinas, a mayor concentración de cucurbitacinas en los frutos, menor el contenido de ácido giberélico, y en consecuencia menor precocidad en la germinación.

3.3 EFECTO DE CERAS COMESTIBLES

De acuerdo con Cadena *et al.*, (2006), realizaron una evaluación de tres tipos de revestimientos de cera y diferentes dosis de 1-metilciclopropeno (1-MCP) con el objetivo de prolongar el almacenamiento y vida útil del chayote, donde concluyen que la apariencia original de la fruta mejora con aplicaciones de cera. El cincuenta por ciento de la fruta de control germinó 6 días después de haberse retirado de la refrigeración, mientras que solo el 20% de la fruta tratada con 1-MCP germinó. Del mismo modo, fruta tratada con 1-MCP y cubierta con cera Brimex20™ experimentó la mitad de pérdida de peso del control durante el almacenamiento en frío.

Andrade *et al.*, (2013), elaboraron y evaluaron un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha de tomate, donde utilizaron cera de laurel y oliva teniendo como resultado la disminución de pérdida de peso hasta un 30% en comparación con los frutos testigos, también mencionan que la aplicación del recubrimiento conservó la

firmeza del fruto, desaceleró el proceso de maduración y disminuyó la intensidad respiratoria.

De igual manera Pereyra, (2015) ;evaluó el efecto de la aplicación de tres tipos de ceras comestibles (Carnauba, cera de abeja y candelilla) como recubrimiento en calabacita, la aplicación de los recubrimientos fueron en concentraciones de 25,50 y 100%, evaluando el peso fresco y la firmeza, donde pudo observar que el tratamiento con cera de abeja presento mayores diferencias significativas en comparación con el tratamiento testigo, por lo que concluyó que las ceras naturales se comportaron de forma similar a las ceras sintéticas, dando una ligera protección ante la pérdida de agua, control de la respiración y transpiración manteniendo a si la calidad del fruto.

IV. JUSTIFICACIÓN

El proceso comercial del fruto de chayote presenta varios factores de rechazo en el mercado nacional y de exportación, relacionados con altas tasas de transpiración y viviparismo en el fruto. En el primer caso, el problema puede traducirse en términos de pérdida de peso vendible de fruto y problemas ocasionados por la condensación de agua en el empaque, que propicia la presencia de enfermedades fungosas como la vejiga o ampolla causada por *Colletotrichum sp.* (Derbyshire & Shipway, 1978; Arévalo *et al.*, 2011; Olguín *et al.*, 2017) mientras que en el segundo, la limitante es el viviparismo o germinación de la semilla dentro del fruto, lo cual es un factor de rechazo para el proceso de exportación, reduciendo considerablemente la vida de anaquel en el chayote (Cadena *et al.*, 2016).

Para dar una posible solución a este problema y contribuir a la optimización del aprovechamiento económico del chayote, se realizó una propuesta de investigación que considera el uso de recubrimientos comestibles utilizados en postcosecha, con el fin de prolongar la vida de anaquel del fruto, disminuir las pérdidas postcosecha y mantener la calidad comercial del chayote. Tales recubrimientos son ácido salicílico, ácido acetil salicílico, ácido giberélico, y cera que han sido reportados como eficientes en otros productos hortofrutícolas como barrera para la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el proceso de germinación del fruto con el propósito de alargar la vida útil del producto; y con ello presentar una alternativa de conservación destinado principalmente las empresas empacadoras ya que se

encargan de comercializar los productos tratando de mantener la calidad comercial y procurar la inocuidad alimentaria.

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los cambios físicos y fisiológicos en la vida postcosecha de frutos de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] aplicando diferentes tratamientos postcosecha.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de diferentes tratamientos postcosecha en frutos de chayote almacenados a temperatura ambiente (20°C) y refrigeración (12°C).
- Evaluar el efecto de ácido salicílico (2 mM) sobre la incidencia de ampolla.
- Evaluar el efecto de ácido giberélico sobre el fruto de chayote.
- Evaluar el efecto de cera comestible en la vida de anaquel del fruto de chayote.
- Evaluar la combinación de los tratamientos en la calidad de los frutos de chayote.

VI. HIPÓTESIS

El uso de recubrimientos comestibles a base de ceras comestibles, ácido giberélico, ácido salicílico y/o ácido acetilsalicílico, prolonga la vida de anaquel y mantiene en buen estado las características de calidad comercial del fruto de chayote durante la vida postcosecha.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 MATERIAL BIOLÓGICO Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE COLECTA

Se colectaron 195 frutos de chayote (*S. edule* Jacq. Sw.) del grupo varietal *virens levis* procedentes de huertas de exportación ubicadas en Huatusco, Veracruz, México (19° 04' y 19° 13' de latitud norte y los meridianos 96° 41' y 97° 04' de longitud oeste y se encuentra a una altitud de entre 400 y 2000 msnm). Los frutos se cosecharon en la etapa de madurez fisiológica a 18 ± 2 días después de antesis.

Se trasladaron los frutos de chayote en un margen de 24 horas al laboratorio de Fisiología Postcosecha del Colegio de Postgraduados campus Montecillo, Texcoco, México, donde fueron aclimatados a temperatura de laboratorio (ambiente) y posteriormente lavados y asignados a un tratamiento. La evaluación de variables se inició entre las 7 y 9 am del día siguiente (día 1), y a excepción de la variable color, todas las demás variables se evaluaron diariamente.

7.2 VARIABLES EVALUADAS

7.2.1 Pérdida de peso

El peso fue medido en cada uno de los frutos (Figura VII-1), se evaluó con una balanza digital (Modelo EY-2200 A), el peso de los frutos bajo condición de temperatura ambiente se evaluó diariamente, mientras que los frutos almacenados en la cámara frigorífica se pesaron el día 1, posteriormente se evaluaron diariamente pasando los 28 días de almacenamiento a $12^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$., la pérdida de peso fue cuantificada de

acuerdo a la diferencia entre el peso inicial y el registrado en la evaluación final, dividido entre el peso inicial por 100, y los datos se presentaron en porcentajes.



Figura VII-1. Evaluación de peso en frutos de chayote.

7.2.2 Incidencia de germinación o viviparismo

La incidencia de viviparismo se evaluó en cada fruto, basado en la escala de viviparismo (Figura VII-2), elaborada en el Colegio de Postgraduados. Los frutos bajo condición de temperatura ambiente se evaluaron diariamente, mientras que los frutos almacenados en la cámara frigorífica se analizaron el día 1, y pasando los 28 días de almacenamiento a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ se evaluaron diariamente (Véase Anexo E1).

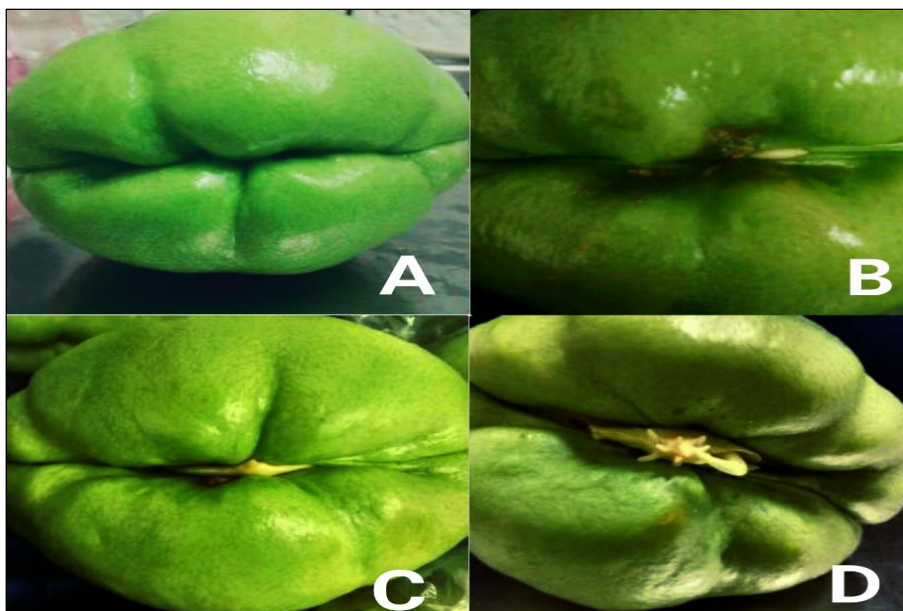


Figura VII-2. Escala de viviparismo en frutos de chayote (*S. edule*) del grupo varietal *virens levis*.

Escala de viviparismo donde A equivale a (0) lo cual indica ausencia de semilla, B (1) apertura basal del fruto con la semilla visible, C (2) semilla expuesta del fruto y D (3) equivale a la germinación de la semilla con un brote.

7.2.3 Presencia e intensidad de ampolla

En cada fruto se cuantificó la incidencia y severidad de la ampolla (Véase Anexo D1 y D3) basándose con la escala descrita (Figura VII-3) elaborada en el Colegio de Postgraduados, y se calculó la media para cada uno de los tratamientos. Los frutos bajo condición de temperatura ambiente se evaluaron diariamente, mientras que los frutos almacenados en la cámara frigorífica se analizaron el día 1, y pasando los 28 días de almacenamiento a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ se evaluaron diariamente.

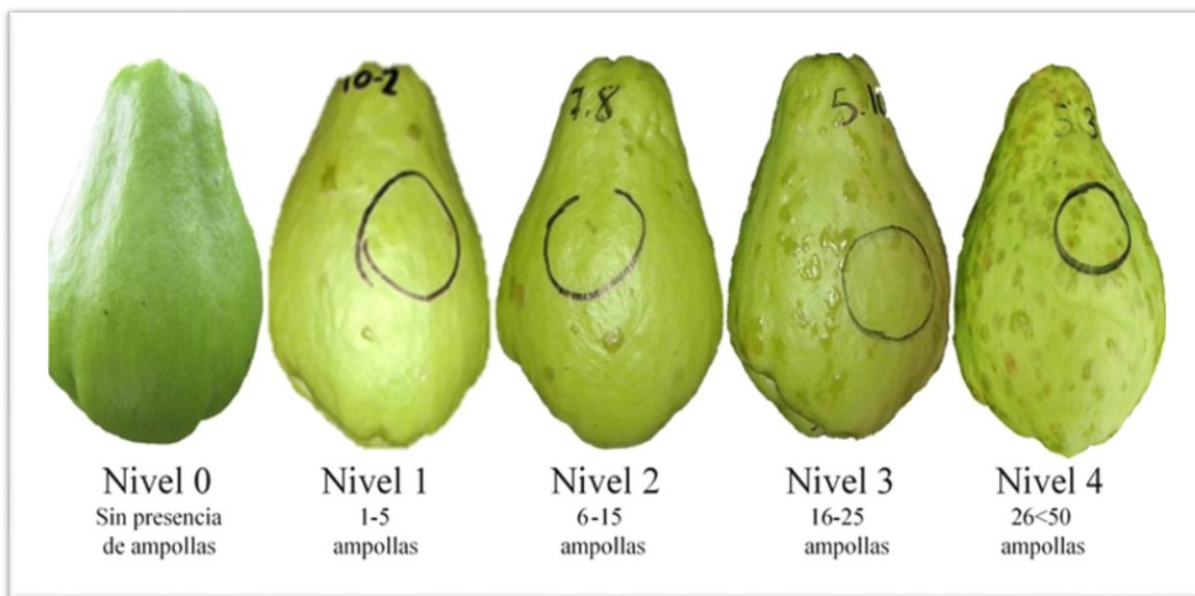


Figura VII-3. Escala incidencia de ampolla en frutos de chayote (*S. edule*) del grupo varietal *virens levis*.

7.2.4 Medición objetiva de color

Los cambios en color de la epidermis de los frutos se midieron con un colorímetro PRECISION COLORIMETER NR20XE® (Figura VII-4), obteniendo por determinación directa del aparato los valores del ángulo de tono o matiz ($^{\circ}$ Hue), la intensidad o saturación de color (Croma) y la luminosidad (L, donde 0%=Totalmente negro; 100%=Totalmente blanco).

Para los tratamientos en condición de temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 60 % HR) se realizaron las lecturas los días (1, 3, 5, 7, 9, 11, 15, 19, 23, 24), mientras que los tratamientos parcialmente refrigerados ($12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 91 % HR) se analizaron pasando los 28 días de almacenamiento en la cámara frigorífica, las lecturas con el colorímetro fueron los días (1, 29, 32, 35).



Figura VII-4. Evaluación de color en frutos de chayote en el ángulo de tono ($^{\circ}$ Hue), croma (C) y luminosidad (L).

7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los frutos fueron divididos en 7 tratamientos y 2 testigos en temperatura ambiente y en 8 tratamientos y 2 testigos en cámara frigorífica, 15 frutos por tratamiento en refrigeración y 5 frutos por tratamiento en temperatura ambiente (Cuadro VII-1). Cada fruto fue lavado con agua y cloro 100 ppm a excepción del testigo (sin lavado), sumergiéndolos por un espacio de 5 minutos, posteriormente se dejaron escurrir durante 5 minutos más y se secaron en sanita estéril para eliminar la humedad restante.

Para los tratamientos en cámara frigorífica, permanecieron 28 días a ($12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 91 % HR), posteriormente pasado el tiempo de almacenaje se registraron los datos de evaluación durante 7 días más hasta el punto en que los frutos se mostraban totalmente sobre maduros y senescentes, de tal modo que su calidad comercial era totalmente inaceptable para los mercados y consumidores.

Por otro lado, los tratamientos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 60 % HR), se evaluaron por 24 días. Antes de almacenar los frutos se tomaron los datos de las variables en todos los tratamientos para las dos condiciones de temperatura.

Cuadro VII-1. Tratamientos en postcosecha de chayote variedad *virens levis*.

Numero de tratamientos	Descripción de tratamientos	Almacenamiento En Ambiente*	Almacenamiento En Refrigeración**
T0	Testigo (Sin lavado)	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T1	Testigo lavado	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T2	Ácido acetil salicílico (1mM)	N.A.	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T3	Ácido salicílico (2 mM)	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T4	Ácido giberélico 50 mg L^{-1}	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T5	Ácido salicílico (2mM) + AG ₃ (50 mg L^{-1})	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T6	Cera	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T7	Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T8	Cera + AG ₃ (50 mg L^{-1})	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
T9	Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L^{-1})	$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

*El almacenamiento incluyó 5 frutos por tratamiento.

**El almacenamiento incluyó 15 frutos por tratamiento.

7.3.1 Tratamientos testigo

Para el caso del “T 0” los frutos se almacenaron en las mismas condiciones de origen, procedentes de huertas de exportación ubicadas en Huatusco, Veracruz, México; lo cual quiere decir que se dejaron con el mismo empaque y cubierta, sin recibir algún lavado o desinfección.

El tratamiento “T 1” fue lavado con agua y cloro 100 partes por millón (ppm), siguiendo el protocolo de asepsia mencionado anteriormente.

Los tratamientos se etiquetaron y numeraron de acuerdo a lo establecido en el (Cuadro VII.1).

7.3.2 Tratamiento de ácido acetil salicílico (1 mM)

Para el tratamiento “T 2”, previamente se elaboró una solución de ácido acetil salicílico (1 mM) grado reactivo (Acetylsalicylic acid de la marca SIGMA-ALDRICH®) diluido en agua. El reactivo fue añadido y disuelto a temperatura de laboratorio ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) en una parrilla con agitación magnética. Posteriormente se realizó la inmersión de los frutos en dicho recubrimiento con un lapso de 15 minutos ± 1 , se dejaron secar, se etiquetaron, embolsaron con bolsa plástica nueva y se almacenaron en cajas de cartón de acuerdo a las especificaciones del Cuadro VII-1.

7.3.3 Tratamiento de ácido salicílico (2 mM)

Para la elaboración del recubrimiento “T3” se utilizó ácido salicílico grado reactivo (Salicylic Acid, Crystal de la marca J.T. Baker®) 0300-01 al (2 mM) diluido en agua. El reactivo fue añadido y disuelto a temperatura de laboratorio ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) en una parrilla con agitación magnética. Posteriormente se realizó la inmersión de los frutos en el recubrimiento con un lapso de 15 minutos ± 1 , se dejaron secar, se etiquetaron, embolsaron con bolsa plástica nueva y se almacenaron en cajas de cartón de acuerdo a las especificaciones del Cuadro VII-1.

7.3.4 Tratamiento de ácido giberélico (50 mgL⁻¹)

Para la elaboración del recubrimiento “T4” se utilizó ácido giberélico uso agrícola (Gibiotín regulador de crecimiento REG.RSCO-0309/X/98 de la marca BIOCHEM-CROP SYSTEMS®), se utilizaron 50 mg L⁻¹, el cual se diluyó en agua. Enseguida se sumergieron los frutos en el recubrimiento por un lapso de 15 ± 1 y se dejaron secar. Posteriormente se embolsaron, etiquetaron y se almacenaron de acuerdo con las especificaciones del (Cuadro VII.1).

7.3.5 Tratamiento de ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mgL⁻¹)

Para el tratamiento denominado “T 5” previamente se realizaron las diluciones en agua en constante agitación con ácido giberélico uso agrícola 50 mg L⁻¹ (Gibiotín regulador de crecimiento REG.RSCO-0309/X/98 de la marca BIOCHEM-CROP SYSTEMS®) se realizó la inmersión de los frutos en dicho recubrimiento con un lapso de 15 minutos ± 1 , se dejaron secar y a continuación se recubrió con ácido salicílico grado reactivo (Salicylic Acid, Crystal de la marca J.T. Baker®) 0300-01 al (2 mM) por un lapso de 15 minutos ± 1 , se dejaron secar. Posteriormente se embolsaron, etiquetaron y se almacenaron de acuerdo con las especificaciones del (Cuadro VII.1).

7.3.6 Tratamiento con cera

Para la aplicación del tratamiento “T 6” se utilizó cera DECCO- Vegetable Lustr® 227F, los frutos se sumergieron en la cera madre y se dejaron secar. Posteriormente se embolsaron, etiquetaron y se almacenaron de acuerdo con las especificaciones del Cuadro VII.1.

7.3.7 Tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM)

En el recubrimiento “T 7” se realizó la inmersión de los frutos con ácido salicílico grado reactivo (Salicylic Acid, Crystal de la marca J.T. Baker®) 0300-01 al (2 mM) diluido en agua. El reactivo fue añadido y disuelto a temperatura de laboratorio (20°C $\pm$ 2 °C) en una parrilla con agitación magnética, la inmersión se realizó por un lapso de 15 minutos ± 1 , se dejaron secar. Posteriormente los frutos se sumergieron en la cera DECCO- Vegetable Lustr® 227F, y se dejaron secar. Se etiquetaron, embolsaron y se almacenaron en cajas de cartón de acuerdo a las especificaciones del Cuadro VII-1.

7.3.8 Tratamiento de cera + AG₃ (50 mgL⁻¹)

Para el recubrimiento “T 8” se realizó el recubrimiento con ácido giberélico uso agrícola (Gibiotín regulador de crecimiento REG.RSCO-0309/X/98 de la marca BIOCHEM-CROP SYSTEMS®), a 50 mg L⁻¹ de producto, el cual se diluyó en agua.

Consecutivamente se sumergieron los frutos en el recubrimiento por un lapso de 15 ± 1 y se dejaron secar. Después los frutos fueron sumergidos en cera DECCO-Vegetable Lustr® 227F, y se dejaron secar. Posteriormente se embolsaron, etiquetaron y se almacenaron de acuerdo con las especificaciones del Cuadro VII.1.

7.3.9 Tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mgL⁻¹)

Para el tratamiento “T 9”, se realizó la elaboración del recubrimiento con ácido giberélico uso agrícola (Gibiotín regulador de crecimiento REG.RSCO-0309/X/98 de la marca BIOCHEM-CROP SYSTEMS®), se utilizaron 50 mg L⁻¹, el cual se diluyó en agua. Posteriormente el ácido salicílico grado reactivo (Salicylic Acid, Crystal de la marca J.T. Baker®) 0300-01 al (2 mM) diluido en agua fue añadido y disuelto a temperatura de laboratorio ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) en una parrilla con agitación magnética, la inmersión se realizó por un lapso de 15 minutos ± 1 , se dejaron secar. Posteriormente los frutos se sumergieron en la cera DECCO- Vegetable Lustr® 227F, se dejaron secar. Posteriormente se embolsaron, etiquetaron y se almacenaron de acuerdo con las especificaciones del Cuadro VII.1.

7.3.10 Diseño experimental y análisis de datos.

Todos los tratamientos se analizaron con un diseño experimental completamente al azar, el análisis de los datos se realizó mediante análisis de varianza con prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) usando el programa estadístico de computo Minitab V.16 y GraphPad Prism. La unidad experimental fue de un fruto y se utilizaron cinco repeticiones para cada tratamiento en condición de almacenamiento a temperatura ambiente y 15 repeticiones para cada tratamiento en condición de almacenamiento en refrigeración.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 PÉRDIDA DE PESO

8.1.1 Pérdida de peso en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

Se llevó a cabo un análisis de varianza con los datos de pérdida de peso en chayote a temperatura ambiente, obtenidos en las evaluaciones 1, 7 y 14 días después de la aplicación de los recubrimientos, en donde no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo (sin lavado) y testigo lavado (Cuadro VIII-1).

Cuadro VIII-1. Comparación de medias de la pérdida de peso en chayote a temperatura ambiente.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14
Testigo (Sin lavado)	0.46 ab	2.63 a	5.12 a
Testigo lavado	0.62 a	3.25 a	6.50 a
Ácido salicílico (2 mM)	0.60 a	3.04 a	5.99 a
Ácido giberélico 50 mg L	0.47 ab	2.90 a	5.61 a
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.45 ab	2.58 a	5.11 a
Cera	0.34 b	2.27 a	5.27 a
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	0.31 b	2.40 a	5.29 a

Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.39 ab	2.39 a	5.41 a
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.35 b	2.74 a	6.46 a

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Los valores registrados para el testigo sin lavado y testigo lavado comparados con los tratamientos a base de ácido salicílico y/o ácido giberélico en temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) se mantuvieron con una pérdida de peso constante. Como se puede apreciar en la figura VIII-1 el testigo lavado en comparación con los tratamientos a base de ácido salicílico y/o ácido giberélico fue el que presentó mayor pérdida de peso entre los días de evaluación registrando 0.62% en el día 1, 3.25% para el día 7 y 6.50% el día 14; mientras que el tratamiento de ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) registró menor pérdida de peso con valores de 0.45% el día 1, 2.58% en el día 7 y 5.11% para el día 14.

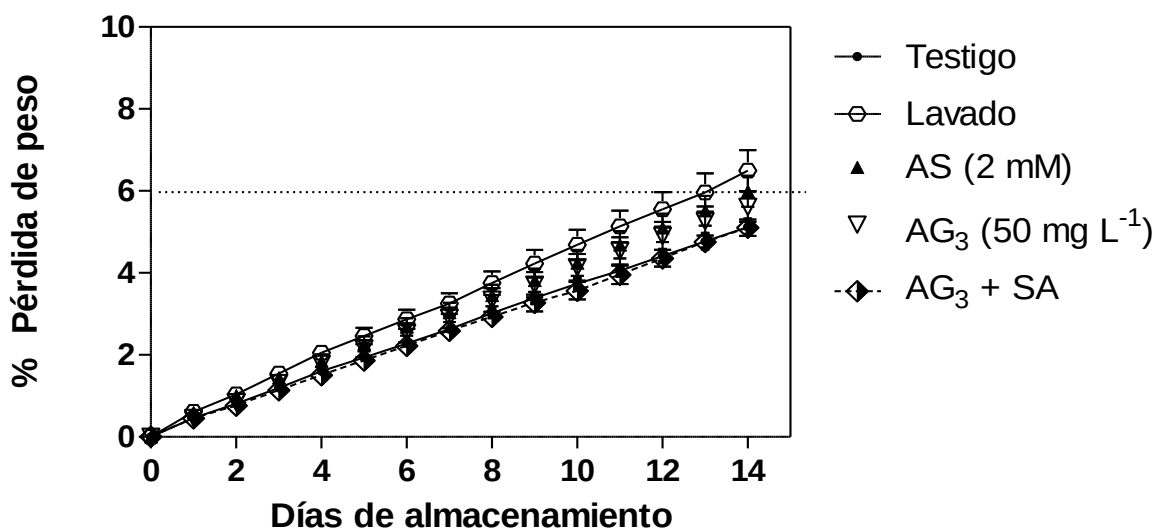


Figura VIII-1. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Por otra parte, el testigo (sin lavado) y los tratamientos a base de cera a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) también mostraron valores de pérdida de peso constante durante los días de evaluación (Figura VIII-2).

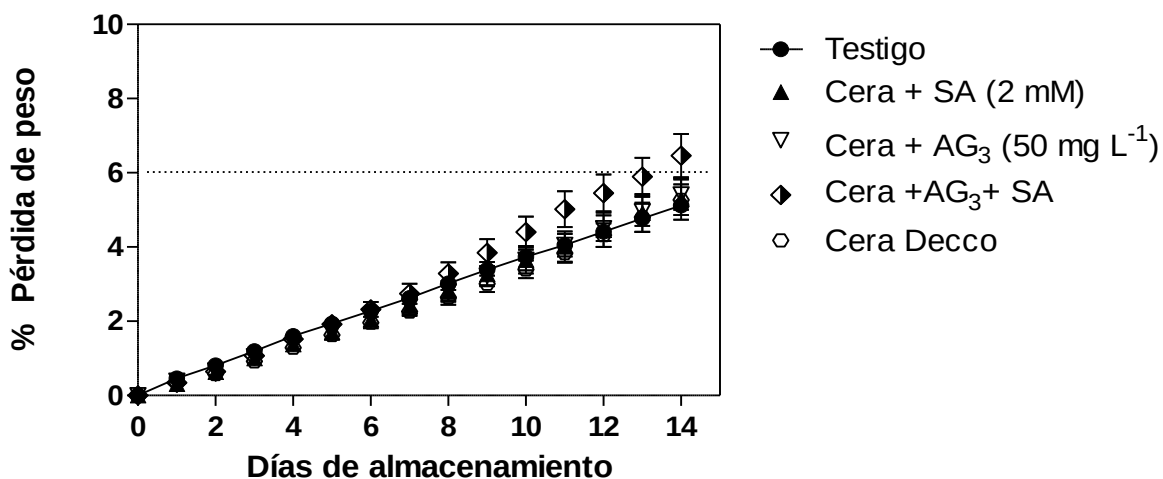


Figura VIII-2. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y los tratamientos con cera a temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

El tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) registró mayor pérdida de peso con una media de 0.35% el día 1, 2.74% para el día 7 y 6.46% el día 14; sin embargo, los valores del testigo lavado siguen siendo los que registraron la mayor pérdida de peso en comparación con todos los tratamientos a temperatura ambiente. Cabe mencionar que la adición de cera al ácido salicílico en el tratamiento T7 y cera al ácido giberélico en el tratamiento T8 presentaron menor pérdida de peso en comparación con los tratamientos T3 y T4, ya que la cera+ SA (2 mM) mostró una media de 5.29% para el día 14 de evaluación, mientras que el tratamiento de ácido salicílico registró 5.99%. A su vez el tratamiento Cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) presentó una media de 5.41% el día 14 y el tratamiento de ácido giberélico registró una pérdida de 5.61%.

Los resultados para dicha variable a temperatura ambiente son semejantes a los reportados por Arévalo *et al.*, (2011), ya que reportan pérdidas fisiológicas de peso en frutos de chayote de la variedad *virens levis* menores a 7% después de 8 días a 20°C .

En cuanto al tratamiento “T5” de ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) que fue el que registró menor pérdida de peso a temperatura ambiente de 20°C ± 2°C en comparación de los demás tratamientos puede deberse a que el ácido salicílico genera un amplio rango de respuestas metabólicas y fisiológicas en plantas, afectando su crecimiento y desarrollo. De acuerdo con Miguel *et al.*, (2003) mencionan que este compuesto fenólico provoca el cierre de estomas y reduce la transpiración; así mismo Anchundia *et al.*, (2016) mencionan que el ácido salicílico exhibe un alto potencial para controlar pérdidas postcosecha en cultivos. Por otro lado, el ácido giberélico actúa directamente en un incremento de la síntesis de clorofila y retardan la síntesis de carotenoides, es decir retardan el inicio de la senectud de la cáscara con lo que la fruta tratada es más resistente a los daños de tipo mecánico (Risueño, 2006).

8.1.2 Pérdida de peso en frutos de chayote de la variedad *virens levis* refrigerados a 12°C ± 1°C

Se realizó un análisis de varianza con los datos de pérdida de peso en chayotes refrigerados a 12°C ± 1°C en cámara frigorífica durante 28 días, posteriormente pasando ese tiempo de almacenamiento se aclimataron a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C donde se tomaron los días 1 y 7 para las evaluaciones. Los resultados registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados con respecto a los testigos (sin lavado) y testigo lavado (Cuadro VIII-2), en donde se percibió que en el día 1 los tratamientos de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹); cera y cera + ácido salicílico (2 mM), fueron los que tuvieron menor pérdida de peso, con respecto al resto de los tratamientos. Así mismo, estos fueron diferentes estadísticamente al testigo (Sin lavado), testigo lavado, ácido acetil salicílico (1 mM), ácido salicílico (2 mM), ácido giberélico 50 mg L⁻¹, ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) y cera+ ácido giberélico. En la evaluación del día 7 después de la refrigeración se detectó que el testigo (sin lavado), testigo lavado y ácido salicílico (2 mM) son estadísticamente iguales y dichos tratamientos presentaron la mayor pérdida de peso.

Sin embargo, “T9” Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) fue diferente estadísticamente con respecto a los testigos y al resto de tratamientos ya que registró menor pérdida de peso como se muestra en el Cuadro VIII-2.

Cuadro VIII-2. Comparación de medias de la pérdida de peso en chayotes después de la refrigeración a 12°C ± 1°C.

Tratamiento	Día 1	Día 7
Testigo (Sin lavado)	3.53 a	6.47 a
Testigo lavado	3.44 a	5.95 a
Ácido acetil salicílico (1 mM)	2.98 ab	5.24 abc
Ácido salicílico (2 mM)	3.55 a	5.96 a
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	3.03 ab	5.51 ab
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	3.38 a	5.65 ab
Cera	2.05 c	4.55 bcd
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	2.15 c	4.02 cd
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	2.25 bc	4.71 bcd
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	1.76 c	3.79 d

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).

Como se mostró anteriormente en el Cuadro VIII-2; el tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) registró 1.76% de pérdida de peso el día 1 después de la refrigeración y 3.79% para el día 7 de evaluación, dichos porcentajes son aún menores comparados con los valores registrados a temperatura ambiente (Sección 8.1.1), cabe mencionar que los tratamientos a temperatura ambiente mantuvieron buena apariencia comercial en los frutos por 14 días, mientras que los refrigerados permanecieron 28 días a 12°C ± 1°C en cámara frigorífica, posteriormente pasando ese tiempo de almacenamiento se aclimataron a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C por 7 días más donde los chayotes seguían presentando buena presentación para su venta.

En la figura VIII-3, se muestra el comportamiento de pérdida de peso que registraron todos los tratamientos después de los 28 días de refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, donde se puede apreciar que el testigo (sin lavado) y testigo lavado son los que presentan mayor pérdida de peso en comparación con los demás tratamientos, registrando medias de 6.47% y 5.95% respectivamente.

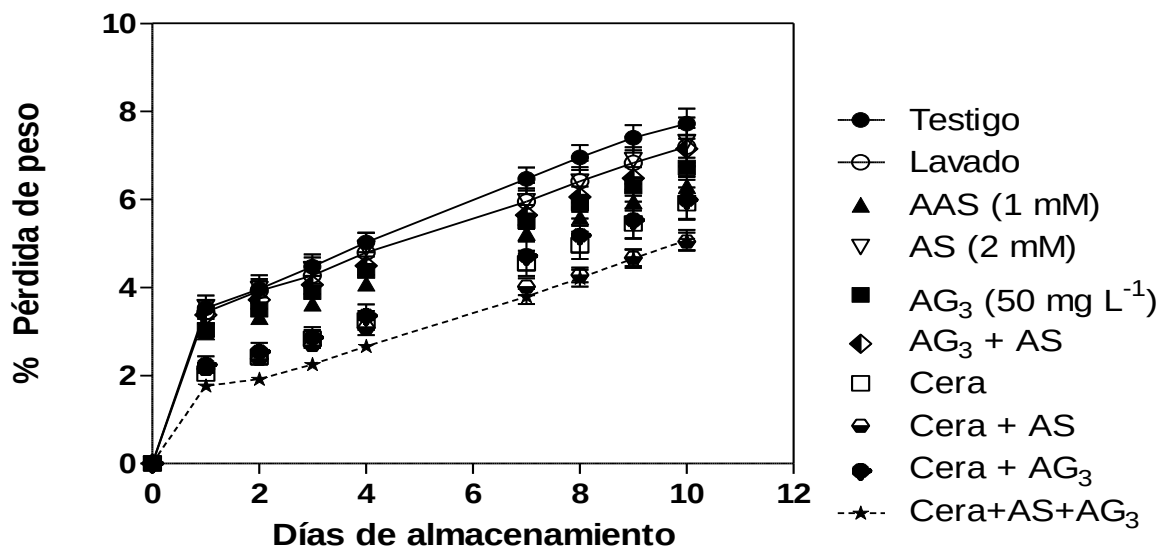


Figura VIII-3. Pérdida de peso en frutos de chayote de la variedad *virens levis* refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Para el caso de los testigos comparados con los tratamientos a base de ácido acetil salicílico, salicílico y/o ácido giberélico, se observó que los testigos y el tratamiento a base de ácido salicílico (2 mM) son estadísticamente iguales registrando medias de pérdida de peso de 6.47%, 5.95% y 5.96% respectivamente (Figura VIII-4). Por otro lado, el AG₃ (50 mg L⁻¹) y AS+AG₃ también se muestran estadísticamente iguales, por lo cual el tratamiento con ácido acetil salicílico (1 mM) resulta ser el único diferente estadísticamente de este grupo, donde registró 2.98% para el día 1 y 5.24% el día 7 después de la refrigeración.

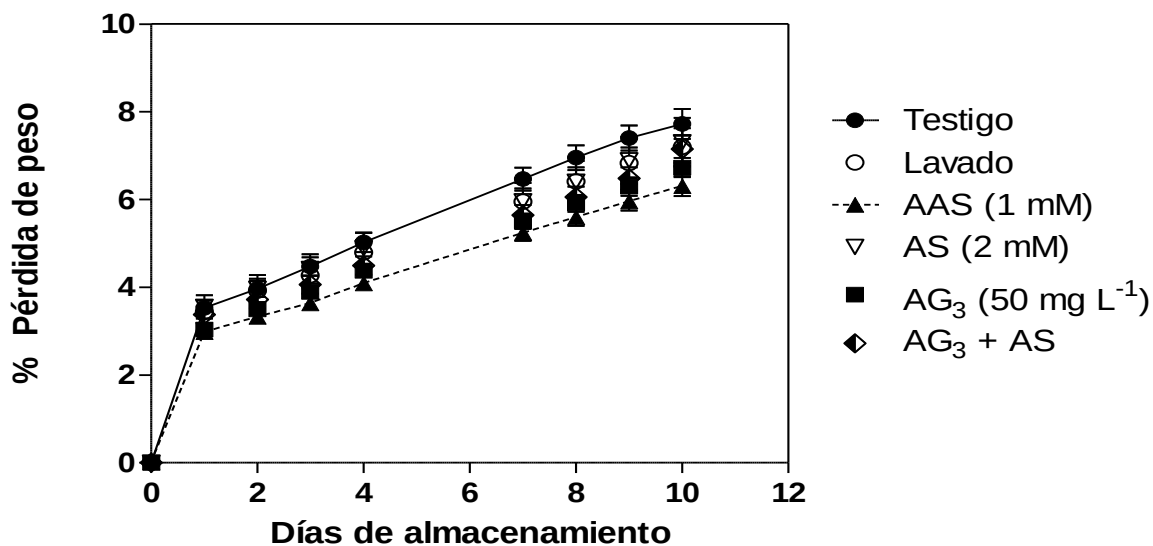


Figura VIII-4. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

En cuanto a la comparación de testigos y tratamientos a base de cera a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, se muestran a continuación en la figura VIII-5, donde se aprecia una marcada pérdida de peso constante entre ellos.

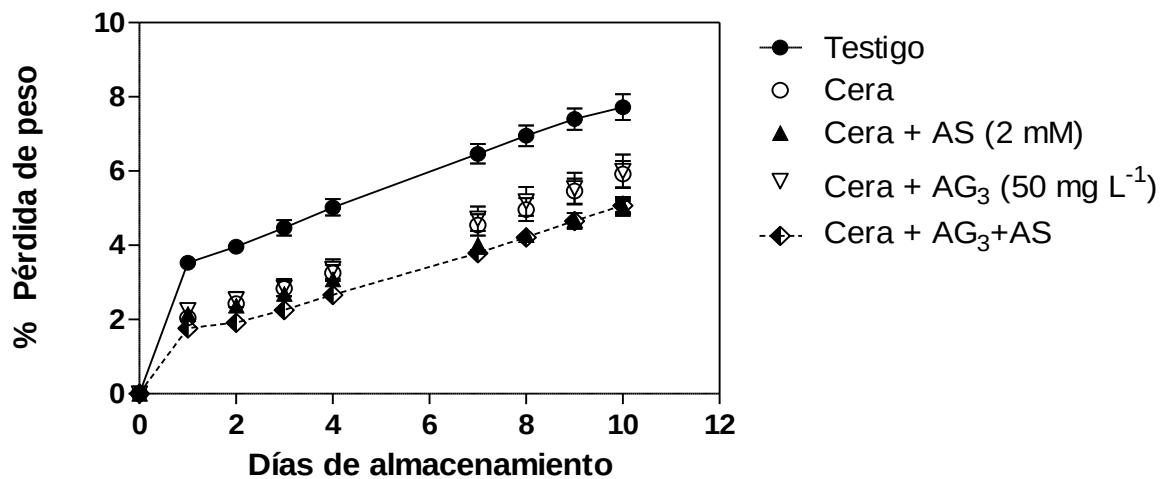


Figura VIII-5. Pérdida de peso entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Como se puede observar en la figura VIII-5, el testigo (sin lavado) fue el que presentó mayor pérdida de peso, mientras que los tratamientos de cera y cera+ ácido giberélico

(50 mg L⁻¹) son estadísticamente iguales, por otra parte, el tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹), presentó la menor pérdida de peso tanto para este grupo de tratamientos a base de cera, así como también para el resto de todos los tratamientos.

Los resultados obtenidos sobre la pérdida de peso en condición de refrigeración a 12°C ± 1°C mostraron ser más eficientes en comparación con los de temperatura ambiente, ya que los frutos refrigerados prolongaron su vida de anaquel hasta por 21 días y mantuvieron mayor porcentaje de peso vendible en los frutos de chayote. De acuerdo con Valverde *et al.*, (1989) mencionan que el almacenamiento de 12-14°C mejora considerablemente la conservación del fruto de chayote, ya que el frío reduce los procesos metabólicos involucrados en la pérdida de humedad interna de frutas y hortalizas. A su vez, Cubas *et al.*, (2019) mencionan que las temperaturas de 17, 14, 11 y 8°C en almacenamiento de chayote registran porcentajes de pérdida de peso entre 2.5 y 4%, esto resulta ser mejor en comparación con 5 y 20°C, ya que con estas últimas la pérdida de peso incrementa.

8.2 INCIDENCIA DE GERMINACIÓN O VIVIPARISMO

8.2.1 Incidencia de viviparismo en temperatura ambiente a 20°C ± 2°C

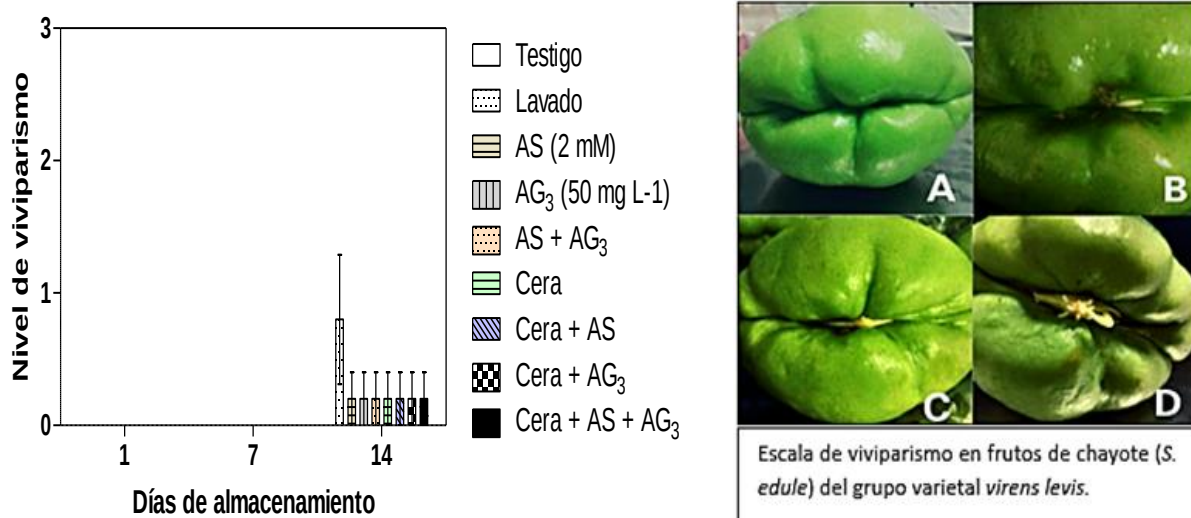
Para la variable de viviparismo se hizo un análisis de varianza con los datos de incidencia de germinación en temperatura ambiente, obtenidos en las evaluaciones 1, 7 y 14 días después de la aplicación de los tratamientos, en donde no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo (sin lavado) y lavado, cabe mencionar que numéricamente el testigo lavado fue el que presentó mayor germinación de semilla respecto al resto de tratamientos y siendo el testigo (sin lavado) el que no presentó germinación (Cuadro VIII-3).

Cuadro VIII-3. Incidencia de viviparismo o germinación de la semilla en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14
Testigo (Sin lavado)	0.00 a	0.00 a	0.00 a
Testigo lavado	0.00 a	0.00 a	0.80 a
Ácido salicílico (2 mM)	0.00 a	0.00 a	0.20 a
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	0.00 a	0.00 a	0.20 a
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00 a	0.00 a	0.20 a
Cera	0.00 a	0.00 a	0.20 a
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	0.00 a	0.00 a	0.20 a
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00 a	0.00 a	0.20 a
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00 a	0.00 a	0.20 a

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Estos resultados se pueden apreciar gráficamente en la figura VIII-6, donde se muestra que la incidencia de viviparismo se presentó en los frutos hasta el día 14 de evaluación, Del Ángel-Coronel, (2015); reporta incidencia de germinación en chayote el día 13; mientras que Cubas *et al.*, (2019) mencionan que los chayotes conservados a 20°C presentaban más del 50% de sus frutos con estos síntomas a los 16 días de conservación.



De acuerdo a la escala de viviparismo donde A equivale a (0) lo cual indica ausencia de semilla, B (1) apertura basal del fruto con la semilla visible, C (2) semilla expuesta del fruto y D (3) equivale a la germinación de la semilla con un brote, el testigo lavado presentó un nivel de germinación “C” en el 40% de los frutos y 60% se mantuvo en nivel “A”(Véase Anexo E2), mientras que en los demás tratamientos presentaron nivel “B” en el 20% de sus frutos y 80% en nivel “A” lo cual indica que dicho porcentaje de esos frutos no presento viviparismo para el día 14 de evaluación, a excepción del tratamiento testigo sin lavado el cual no presentó incidencia de viviparismo en la semilla. Este comportamiento puede deberse a que los frutos no tuvieron contacto con el agua como los demás tratamientos, ya que el agua es un factor influyente sobre la germinación en las semillas Cadena *et al.*, (2016).

8.2.2 Incidencia de viviparismo en frutos de chayote refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Se realizó un análisis de varianza con los datos de incidencia de viviparismo en chayotes refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en cámara frigorífica durante 28 días, posteriormente pasando ese tiempo de almacenamiento se aclimataron a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ donde se tomaron los días 1 y 7 para las evaluaciones, en

donde no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo sin lavado y testigo lavado. Sin embargo, numéricamente el tratamiento ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) fue el que presentó mayor germinación de semilla respecto al resto de tratamientos y siendo el tratamiento con cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) el que registró menor germinación a los 7 días después de haber salido de refrigeración (Cuadro VIII-4).

Cuadro VIII-4. Incidencia de viviparismo en frutos de chayote de la variedad *virens levis* después de la refrigeración a 12°C ± 1°C.

Tratamiento	Día 1	Día 7
Testigo (Sin lavado)	0.00 a	0.38 a
Testigo lavado	0.00 a	0.14 a
Ácido acetyl salicílico (1 mM)	0.00 a	0.15 a
Ácido salicílico (2 mM)	0.00 a	0.29 a
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	0.00 a	0.13 a
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00 a	0.47 a
Cera	0.00 a	0.40 a
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	0.00 a	0.33 a
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00 a	0.33 a
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00 a	0.07 a

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).

El tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) como ya se mencionó, fue el que registró menor germinación a los 7 días después de haber salido de refrigeración, con el 93.3% de sus frutos en nivel “A” lo cual indica de acuerdo a la escala de viviparismo que los frutos no presentaron germinación y solo el 6.6% registro un nivel de germinación “B” lo que representa apertura basal del fruto con la semilla visible.

Los porcentajes de incidencia de viviparismo en los tratamientos refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ son menores comparados con los almacenados a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, a su vez retardaron hasta por 31 días la germinación de la semilla. De acuerdo con Valverde *et al.*, (1989) reportan que, a los 30 días de evaluación, el 81% de los chayotes en temperatura ambiente habían germinado, mientras que en ese mismo periodo solo el 2% de los frutos en cámara fría había germinado, a su vez Cadena *et al.*, (2006), realizaron una evaluación de tres tipos de revestimientos de cera y diferentes dosis de 1-metilciclopropeno (1-MCP), donde concluyen que la apariencia original de la fruta mejora con aplicaciones de cera. El cincuenta por ciento de la fruta de control germinó 6 días después de haberse retirado de la refrigeración, mientras que solo el 20% de la fruta tratada con 1-MCP germinó.

8.3 PRESENCIA E INTENSIDAD DE AMPOLLA

8.3.1 Incidencia de ampolla en temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Durante el periodo de evaluación en cada uno de los frutos se cuantificó por observación directa la incidencia de ampolla o vejiga (Véase Anexo D2), basándose con la escala para dicha variable.

A continuación, se presenta en la figura VIII-7, el índice de ampolla de acuerdo con la escala para los frutos almacenados a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, donde se aprecia que para el día 14 de evaluación los tratamientos que mostraron menor incidencia de ampolla fueron los tratamientos de ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹), cera + ácido salicílico (2 mM), cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) y cera, donde este último mantuvo el 40% en nivel 0 y 60% de sus frutos en el nivel 1.

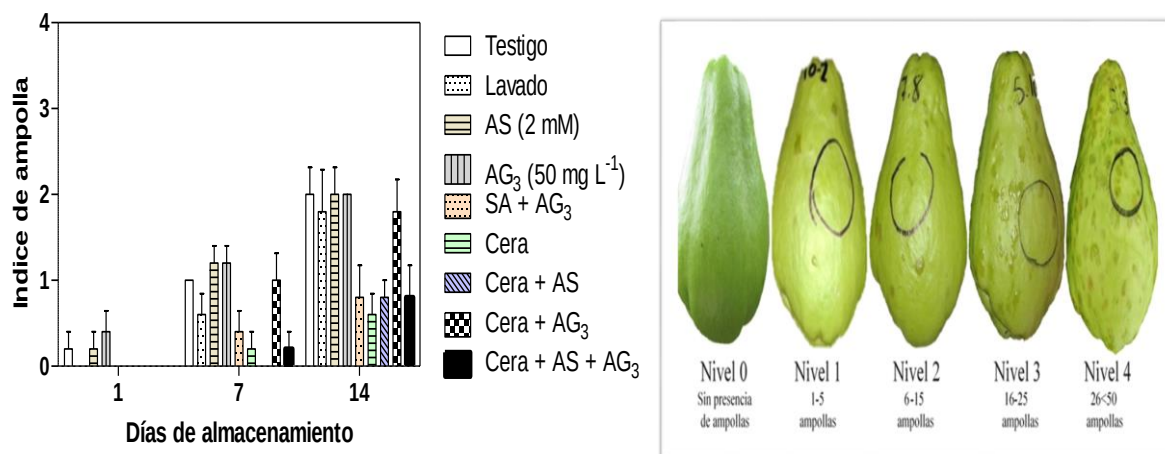


Figura VIII-7. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.

Se observó que en la evaluación del día 1 la media de la incidencia en los tratamientos testigo (Sin lavado), ácido salicílico (2 mM) y ácido giberélico 50 mg L⁻¹ fueron de 0.2, 0.2 y 0.4 respectivamente; sin embargo en la evaluación del día 7 y respecto a la evaluación anterior la incidencia de ampolla incremento 0.8 en el testigo sin lavado, 0.6 en el testigo lavado, 1.0 en el ácido salicílico (2 mM), 0.8 en el ácido giberélico (50 mg L⁻¹), 0.4 en el ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹), 0.2 en la cera, 0.0 en la cera + ácido salicílico (2 mM), 1.0 en la cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) y 0.2 en la cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹).

En la evaluación del día 14 y con respecto a la evaluación anterior la incidencia de ampolla incremento en el testigo (Sin lavado) 1.0, en el testigo lavado 1.2, en el ácido salicílico (2 mM) 0.8, en el ácido giberélico (50 mg L⁻¹) 0.8, en el ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) 0.4, en la cera 0.4, en la cera + ácido salicílico (2 mM) 0.8, en la cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) 0.8 y 0.6 en la cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) (Véase Anexo C).

Cabe mencionar que la incidencia en los testigos lavado y sin lavar fueron donde más se incrementó la ampolla, y el que obtuvo el menor incremento fue el tratamiento de cera (Cuadro VIII-5).

Cuadro VIII-5. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14
Testigo (Sin lavado)	0.20	1.00	2.00
Testigo lavado	0.00	0.60	1.80
Ácido salicílico (2 mM)	0.20	1.20	2.00
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	0.40	1.20	2.00
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00	0.40	0.80
Cera	0.00	0.20	0.60
Cera + Ácido Salicílico (2mM)	0.00	0.00	0.80
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00	1.00	1.80
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.00	0.20	0.80

8.3.2 Incidencia de ampolla en frutos de chayote refrigerados a 12°C ± 1°C

Se determinó la incidencia de ampolla en los frutos de chayote refrigerados a 12°C ± 1°C, donde se tomaron los días 1 y 7 después de la refrigeración. En cada uno de los frutos se cuantificó por observación directa la incidencia de ampolla o vejiga causada principalmente por *Colletotrichum sp.* A continuación, se muestra gráficamente el índice de ampolla que registraron los tratamientos y la relación con el nivel de ampollas presentadas en la epidermis del fruto.

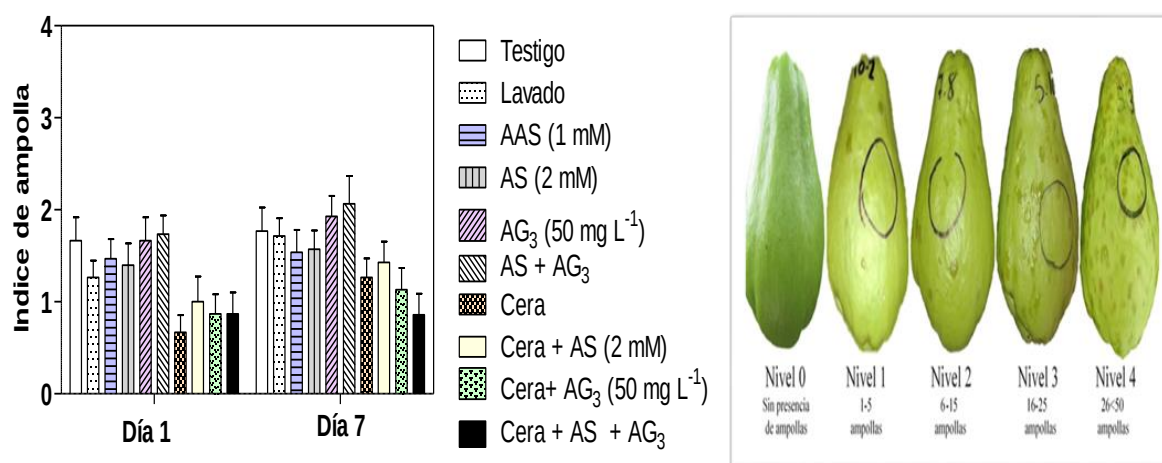


Figura VIII-8. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad *virens levis* después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Se observó que en las evaluaciones de los días 1 y 7 después de la refrigeración, los tratamientos a base de cera como lo son: cera, cera + ácido salicílico (2 mM), cera + AG₃ (50 mg L⁻¹), cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) registraron menor índice de ampolla comparados con los testigos, así como los tratamientos a base de ácido salicílico (2 mM), ácido giberélico (50 mg L⁻¹) y ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹). De acuerdo con Arévalo *et al.*, (2011), mencionan que las ceras se aplican con el propósito de reemplazar algunas de las ceras naturales removidas en el proceso de lavado que realizan las empresas empacadoras. Esta fase pretende reducir la transpiración y consecuentemente pérdidas de peso, al sellar las estomas (poros) de la piel del fruto, se busca atenuar imperfecciones físicas (pequeñas ralladuras, golpes) por manejo y mejorar la apariencia. Alvarado *et al.*, (1989) cita que el desarrollo de la vejiga se adquiere en campo y que un tratamiento posterior a la cosecha reduce la severidad y la incidencia aparente, pero no elimina el problema, sin embargo, factores como el empaque, los compuestos anti fúngicos, el tiempo de almacenamiento y los frutos tratados con antitranspirantes como el caso de las ceras reducen la incidencia de la enfermedad.

Las medias de incidencia de ampolla que se registraron a temperatura de refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ mostraron valores menores que en ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y se pueden

observar en el cuadro VIII-6, donde se muestra que el tratamiento de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) registró menor incidencia de ampolla después de la refrigeración a 12°C ± 1°C, ya que 40% de los frutos se mantuvo sin presencia de ampolla aún después de 35 días de evaluación , 26.6% presentó de 1 a 5 ampollas y 33.3% registró de 6 a 15 ampollas.

Cuadro VIII-6. Incidencia de ampolla en frutos de chayote de la variedad *virens levis* refrigerados a 12°C ± 1°C.

Tratamiento	Día 1	Día 7
Testigo (Sin lavado)	1.67	1.78
Testigo lavado	1.27	1.71
Ácido acetil salicílico (1 mM)	1.47	1.54
Ácido salicílico (2 mM)	1.40	1.57
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	1.67	1.93
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	1.73	2.07
Cera	0.66	1.27
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	1.00	1.43
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.87	1.13
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	0.87	0.87

8.4 MEDICIÓN OBJETIVA DE COLOR

8.4.1 Luminosidad en frutos de chayote a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.

La luminosidad es una propiedad de los colores, ella da una indicación sobre el aspecto luminoso del color estudiado: cuanto más oscuro es el color, la luminosidad es más débil. Es la mayor o menor cercanía al blanco o al negro de un color determinado (Educaplus.org, 2019).

En la figura VIII-9, se muestra una escala de luminosidad en donde se puede observar que los valores van (0%=Totalmente negro; 100%=Totalmente blanco).

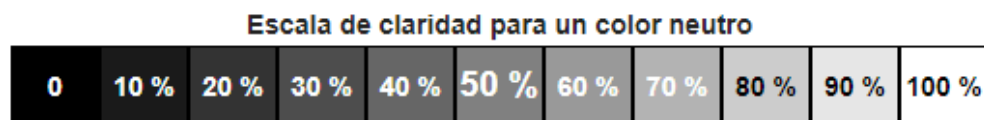


Figura VIII-9. Claridad o luminosidad (Fuente: Gallego *et al.*, (2001); Seve (2009))

A continuación, se presenta el análisis de varianza para los valores registrados de esta variable en temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, donde se aprecia que el día 1 no se registraron diferencias significativas, sin embargo, para el día 7 y 14 de evaluación si se muestran diferencias significativas, donde el tratamiento de ácido salicílico (2 mM) registró 64.13% el día 7 y 64.50% para el día 14 siendo estos porcentajes los más altos en comparación con los demás tratamientos, por el contrario el tratamiento que registró menor luminosidad fue el de cera + ácido salicílico (2 mM) + AG_3 (50 mg L^{-1}) con 57.96% el día 7 y 57.49% el día 14 (Cuadro VIII-7).

Cuadro VIII-7. Luminosidad en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14
Testigo (Sin lavado)	61.90 a	62.37 ab	62.08 ab
Testigo lavado	61.11 a	61.63 ab	61.37 ab
Ácido salicílico (2 mM)	63.63 a	64.13 a	64.50 a
Ácido giberélico 50 mg L^{-1}	60.08 a	60.31 ab	60.48 ab
Ácido salicílico (2 mM) + AG_3 (50 mg L^{-1})	59.04 a	59.05 ab	58.94 ab
Cera	62.72 a	62.11ab	62.38 ab
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	60.89 a	61.27 ab	60.94 ab
Cera + AG_3 (50 mg L^{-1})	60.39 a	59.73 ab	60.08 ab
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG_3 (50 mg L^{-1})	58.44 a	57.96 b	57.49 b

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Con los resultados obtenidos para luminosidad en temperatura ambiente se puede concluir que los tratamientos registraron porcentajes de luminosidad entre 57% y 64% y que las medias no presentaron disminución en los valores como los demás atributos de color.

8.4.2 Luminosidad en frutos de chayote después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

En cuanto a los valores de luminosidad para los tratamientos después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ se muestra el análisis de varianza en el cuadro VIII-8, donde se puede observar que el tratamiento de ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) registró el mayor porcentaje de luminosidad de 63.46% el día 7 después de la refrigeración en comparación con los demás tratamientos, por el contrario, el tratamiento de cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) registró menor luminosidad con porcentajes de 58.71% el día 1 y 58.61% para el día 14.

Cuadro VIII-8. Luminosidad en frutos de chayote de la variedad *virens levis* después de estar refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Tratamiento	Día 1	Día 7
Testigo (Sin lavado)	63.92 a	63.40 ab
Testigo lavado	62.73 ab	62.58 abc
Ácido acetil salicílico (1 mM)	60.78 ab	61.00 abc
Ácido salicílico (2 mM)	62.88 ab	63.25 ab
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	61.12 ab	62.85 ab
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	62.60 ab	63.46 a
Cera	59.55 ab	59.23 bc
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	60.13 ab	60.19 abc
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	58.71 b	58.61 c
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	59.53 ab	59.11bc

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En la figura VIII-10, se presenta el comportamiento que tuvieron los testigos y los tratamientos a base de ácido salicílico y/o ácido giberélico (izquierda), así como los tratamientos a base de cera (derecha), donde se aprecia que el grupo de los tratamientos con cera presenta porcentajes de luminosidad ligeramente menores que los demás tratamientos después de la refrigeración a 12°C.

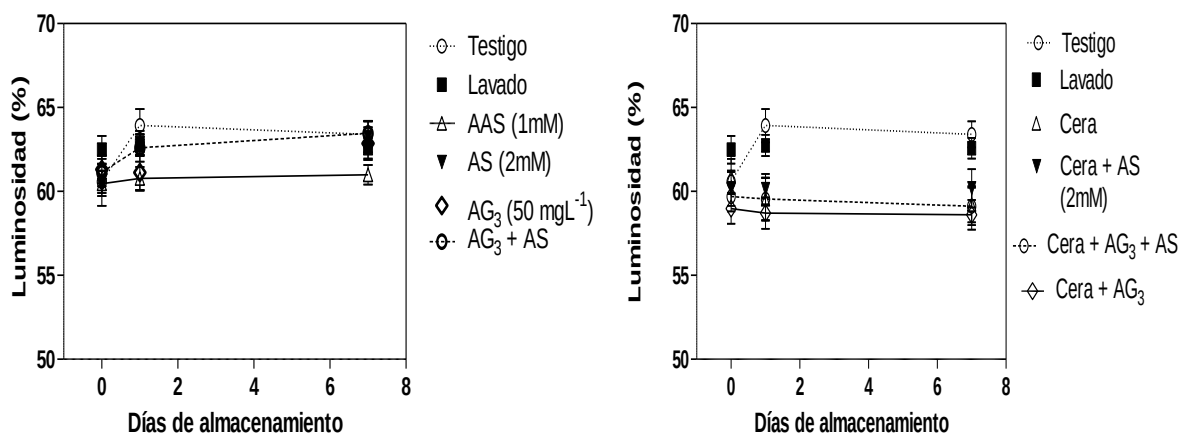


Figura VIII-10. Luminosidad entre tratamientos y testigos después de la refrigerados a 12°C ± 1°C.

Con lo analizado anteriormente para la variable de luminosidad en temperatura de 12°C ± 1°C, se puede concluir que los tratamientos con cera registraron tonalidades ligeramente opacas ya que registraron 58% comparados con los tratamientos a base de ácido salicílico y/o ácido giberélico los cuales mostraron un 63% de luminosidad.

8.4.3 Medición de croma en chayotes a temperatura ambiente a 20°C ± 2°C.

Croma se entiende por el grado de diferencia existente entre un color y un gris de su misma luminosidad y claridad, que se corresponde con la saturación o intensidad del color percibido. También llamado cromaticidad. Se dice que un color tiene una saturación alta cuando supone que apreciamos el color en toda su pureza, vivo, limpio de interferencias. Este atributo nos permite diferenciar entre colores vivos y apagados.

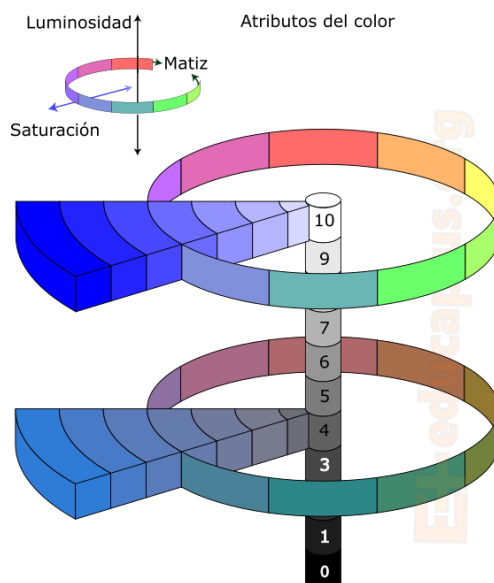


Figura VIII-11. Atributos de color (Fuente:Educaplus.org)

Para Croma (intensidad del color), se realizó un análisis de varianza en los tratamientos a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, tomando los días 1,7 y 14 para las evaluaciones, el cual se presenta a continuación en el cuadro VIII-9, donde se puede observar que solo se registran diferencias significativas el día 7 de evaluación donde el tratamiento de cera + AG_3 (50 mg L^{-1}) presentó mayor intensidad del color verde con una media de 41.26, pero al día 14 de evaluación los valores se mantuvieron estadísticamente iguales nuevamente, esto indica que dicha variable no influyó en los resultados del color para los tratamientos en temperatura ambiente.

Cuadro VIII-9. Comparación de medias de croma en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14
Testigo (Sin lavado)	38.51 a	38.15 abc	37.15 a
Testigo lavado	38.27 a	37.39 bc	37.23 a
Ácido salicílico (2 mM)	38.14 a	37.50 bc	37.51 a
Ácido giberélico 50 mg L^{-1}	38.41 a	37.56 bc	37.24 a
Ácido salicílico (2 mM) + AG_3 (50 mg L^{-1})	37.87 a	37.19 c	36.77 a

Cera	40.38 a	40.77 ab	40.73 a
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	39.48 a	40.09 abc	39.88 a
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	41.63 a	41.26 a	40.88 a
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	39.71 a	40.19 abc	32.74 a

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

La intensidad del color o croma en los testigos y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, mostraron valores de 37% a 39% de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), y se puede apreciar que se presenta una ligera disminución de la intensidad conforme pasan los días de evaluación (figura VIII-12).

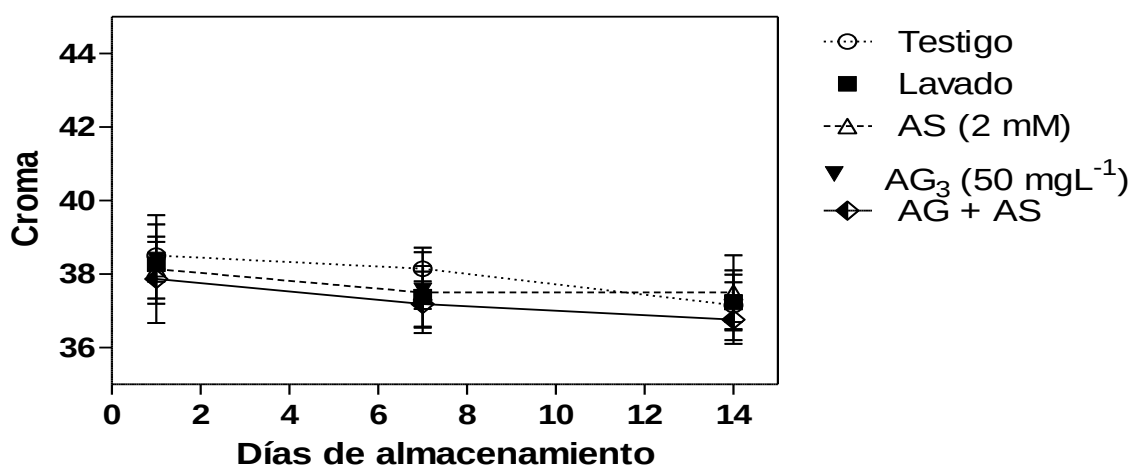


Figura VIII-12. Croma entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Para el caso de los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, se presentan a continuación en la figura VIII-13, donde se muestra que el valor para la variable croma registró valores de 37% a 41%, siendo estos porcentajes mayores a los registrados en los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. El tratamiento de cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) presentó un

porcentaje de intensidad de color de 41.26% el día 7 de evaluación y 40.88% el día 14.

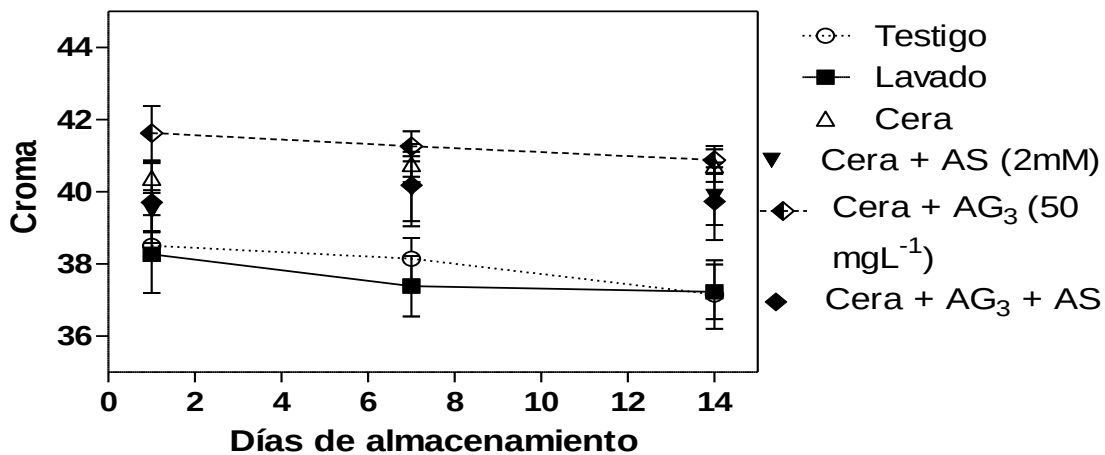


Figura VIII-13. Croma entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

8.4.4 Medición de croma en chayotes después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

En cuanto a los datos de croma para los tratamientos en refrigeración se realizó un análisis de varianza (cuadro VIII-10), donde se muestran diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo a los días de evaluación.

En la evaluación del día 1 después de la refrigeración a 12°C , los tratamientos de cera, cera + ácido salicílico (2 mM), cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) y cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) resultaron estadísticamente iguales registrando los porcentajes más altos. Mientras que el día 7, los porcentajes mayores de intensidad fueron cera, cera + AG₃ (50 mg L⁻¹) y cera + ácido salicílico (2 mM) + AG₃ (50 mg L⁻¹) quienes registran 40.30%, 40.02% y 41.26% respectivamente.

Cuadro VIII-10. Comparación de medias de croma en frutos de chayote de la variedad *virens levis* después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Tratamiento	Día 1	Día 7
Testigo (Sin lavado)	36.74 b	37.00 c
Testigo lavado	37.61 b	38.06 bc
Ácido acetil salicílico (1 mM)	36.86 b	37.56 bc
Ácido salicílico (2 mM)	36.66 b	36.61 c
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	36.95 b	37.12 c
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	36.97 b	36.54 c
Cera	39.75 a	40.30 a
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	39.72 a	39.47 ab
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	40.03 a	40.02 a
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	40.43 a	41.26 a

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En la figura VIII-14, se muestran los valores registrados para los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, donde se puede apreciar que los valores de intensidad del color disminuyeron después del almacenamiento en la cámara frigorífica.

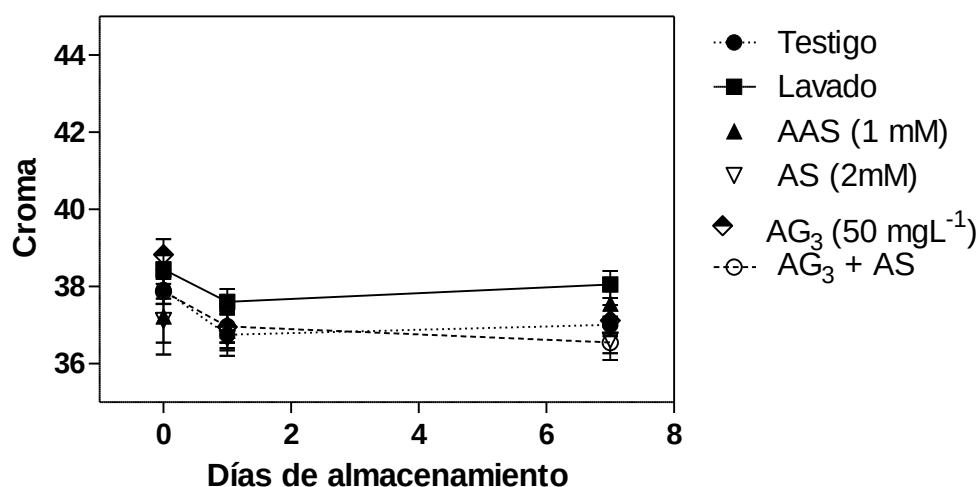


Figura VIII-14. Croma entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

En el caso de los tratamientos a base de cera presentaron mayor intensidad del color en comparación con los dos testigos incluso antes de la refrigeración, posteriormente con el paso de los días hubo una ligera disminución de la intensidad del color, sin embargo, la variable de croma para los tratamientos de cera siguieron presentando los valores más altos en comparación con el testigo sin lavado y testigo lavado.

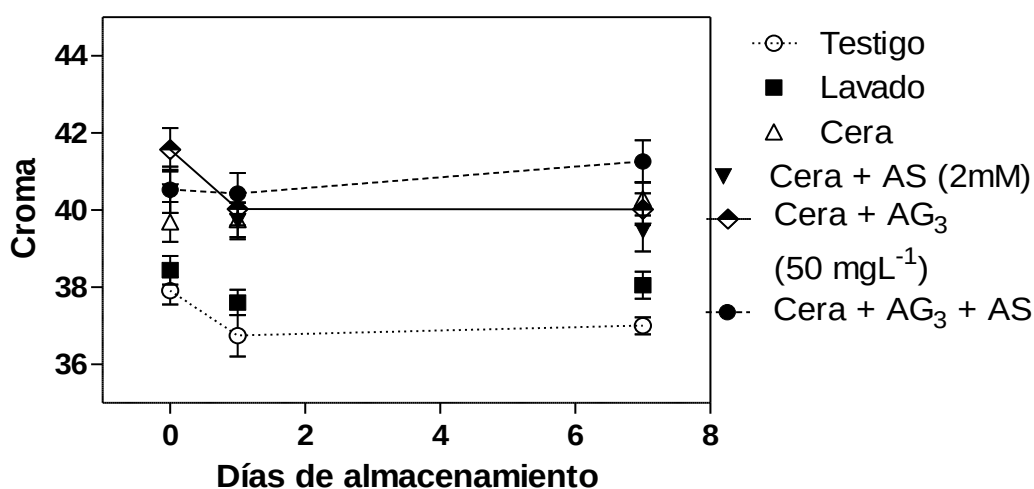


Figura VIII-15. Parámetros de croma entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera después de la refrigeración a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Con los resultados obtenidos para croma (intensidad del color) se puede concluir que dicha variable si influyó para el cambio de color entre los días de evaluación, donde los tratamientos a base de cera registran tonalidades de color más intensas que los demás tratamientos.

8.4.3 °Hue en chayotes a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

El tono, matiz o tonalidad (°Hue) es una de las propiedades o cualidades fundamentales en la propiedad de un color. Se refiere a la propiedad en los aspectos cualitativamente diferentes de la experiencia de color que tienen relación con diferencias de longitudes de onda o con mezclas de diferentes longitudes de onda. Es el estado puro del color (Valero, 2011).

A continuación, en la figura VIII-16, se muestra un círculo cromático donde representa la relación del ángulo °Hue y el tono de color correspondiente para cada valor en donde se aprecia que el tono verde se encuentra entre 90° a 150° .

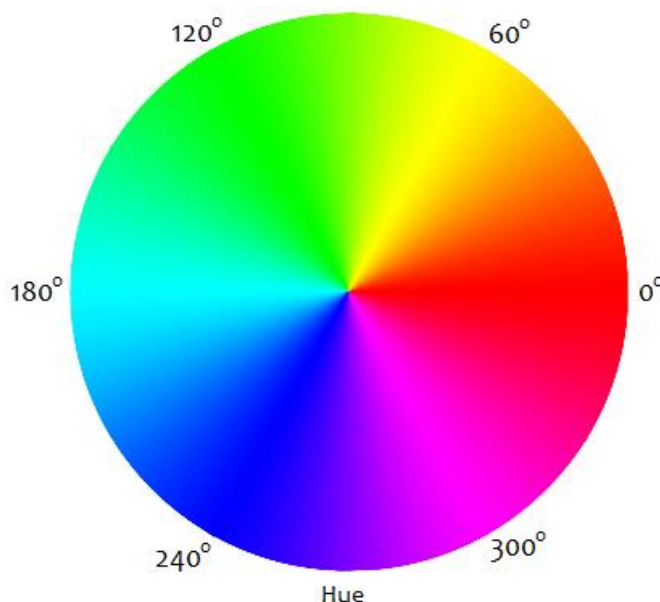


Figura VIII-16. Tono en el espacio de color (Fuente www.imagenesmi.com).

Para la variable °Hue en frutos de chayote a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, se realizó un análisis de varianza de los días 1, 7 y 14 después de la aplicación de los recubrimientos, el cual no mostró diferencias significativas entre los tratamientos por lo que esta variable no influyó en el cambio de color de los frutos a temperatura ambiente, pero si existe una disminución en las medias en cada tratamiento por separado respecto a los días de evaluación (Cuadro VIII-11), esto quiere decir que el tono en los frutos fue disminuyendo ligeramente con el paso de los días.

Cuadro VIII-11. °Hue en frutos de chayote de la variedad *virens levis* a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14
Testigo (Sin lavado)	108.68 a	108.12 a	107.58 a
Testigo lavado	108.07 a	107.40 a	107.27 a
Ácido salicílico (2 mM)	108.89 a	108.44 a	108.21 a
Ácido giberélico 50 mg L ⁻¹	108.56 a	108.23 a	108.11 a
Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	109.40 a	109.08 a	109.06 a
Cera	107.88 a	107.38 a	106.65 a
Cera + Ácido Salicílico (2 mM)	107.68 a	107.24 a	107.04 a
Cera + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	107.53 a	107.06 a	106.89 a
Cera + Ácido salicílico (2 mM) + AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	108.35 a	107.67 a	107.43 a

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En la figura VIII-17, se muestran los valores de °Hue entre los testigos y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, donde se observa que las medias se mantuvieron entre °108 y °109.

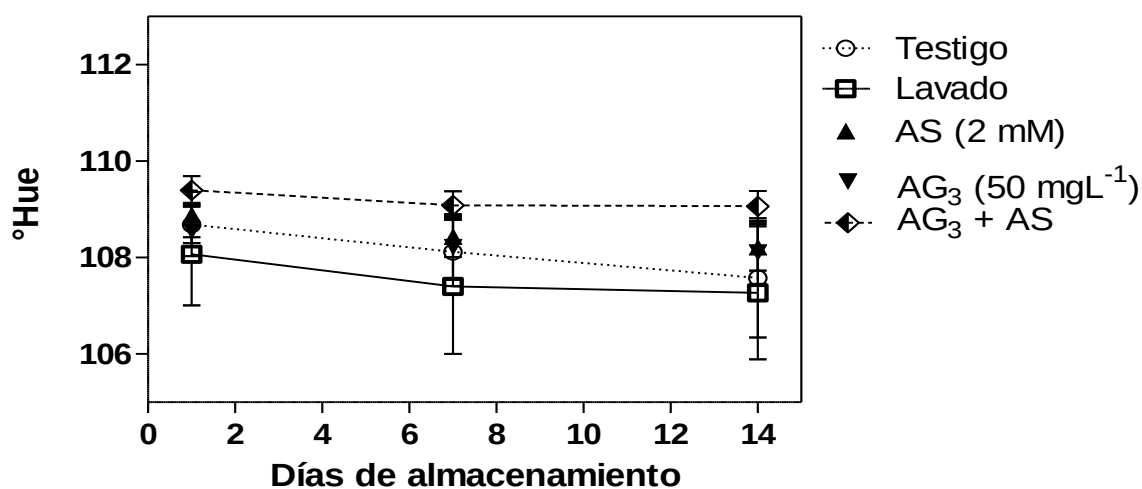


Figura VIII-17. °Hue entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

En cuanto a los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, se observó que las medias presentaron valores entre $^{\circ}107$ y $^{\circ}109$.

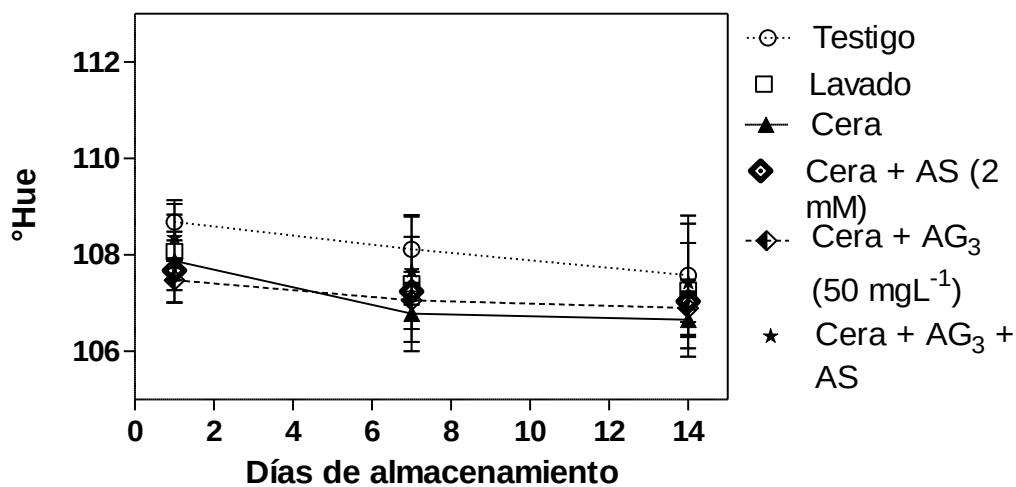


Figura VIII-18. °Hue entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera a temperatura ambiente a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

8.4.6 °Hue en frutos de chayotes después de la refrigeración a 12°C ± 1°C.

Para la variable de °Hue (tono o matiz), en chayotes de la variedad *virens levis* después de la refrigeración a 12°C ± 1°C se realizó un análisis estadístico en donde se muestran diferencias significativas entre los tratamientos, donde el tratamiento de ácido acetil salicílico (1mM) fue el que registró las medias más altas durante los días de evaluación, registrando °109.13 el día 1 y °109.08 el día 7, por el contrario el tratamiento de cera registró los valores más bajos para dicha variable con °106.42 el día 1 y °106.43 para el día 7 de evaluación (Cuadro VIII-12).

Cuadro VIII-12. °Hue en frutos de chayote de la variedad *virens levis* después de la refrigeración a 12°C ± 1°C.

Tratamiento	Día 1	Día 7
Testigo (Sin lavado)	107.97 abcd	108.22 abcd
Testigo lavado	108.96 a	108.61 abc
Ácido acetil salicílico (1mM)	109.13 a	109.08 a
Ácido salicílico (2mM)	108.50 abc	108.24 abcd
Ácido giberélico 50 mgL	108.86 ab	108.76 ab
Ácido salicílico (2mM) + AG ₃ (50mgL)	107.73 abcd	107.38 bcde
Cera	106.42 d	106.43 e
Cera + Ácido Salicílico (2mM)	107.38 abcd	106.66 de
Cera + AG ₃ (50mgL)	106.87 cd	107.19 cde
Cera + Ácido salicílico (2mM) + AG ₃ (50mgL)	107.03 bcd	106.89 de

Nota: Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).

En la figura VIII-19, se muestran las medias registradas para la variable de °Hue (tono o matiz) entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico refrigerados a 12°C ± 1°C, donde se observa que los valores se mantuvieron entre °107 y °109.

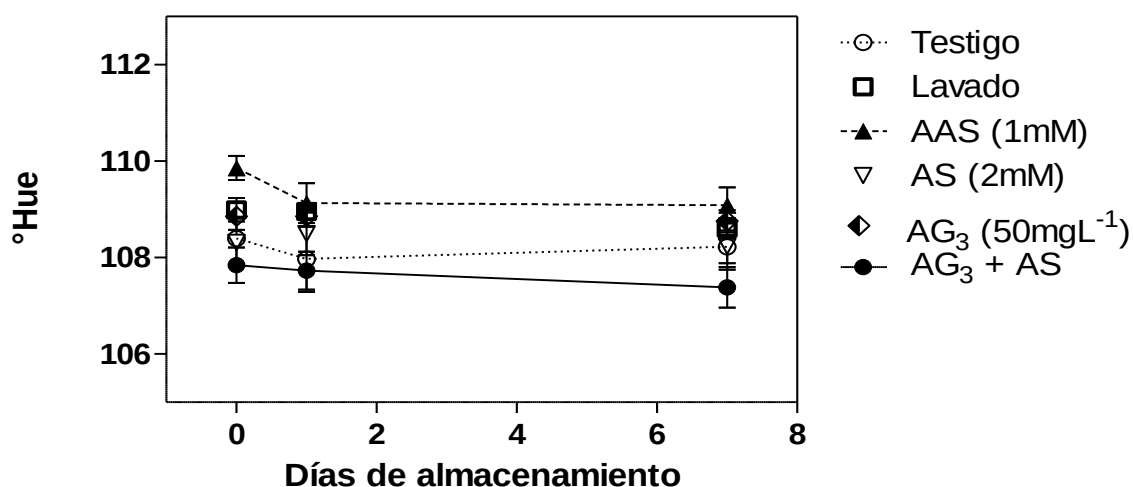


Figura VIII-19. °Hue entre los tratamientos testigo y los tratamientos con ácido salicílico y/o ácido giberélico refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Para los valores de °Hue entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, las medias se registraron entre °106 y °108.

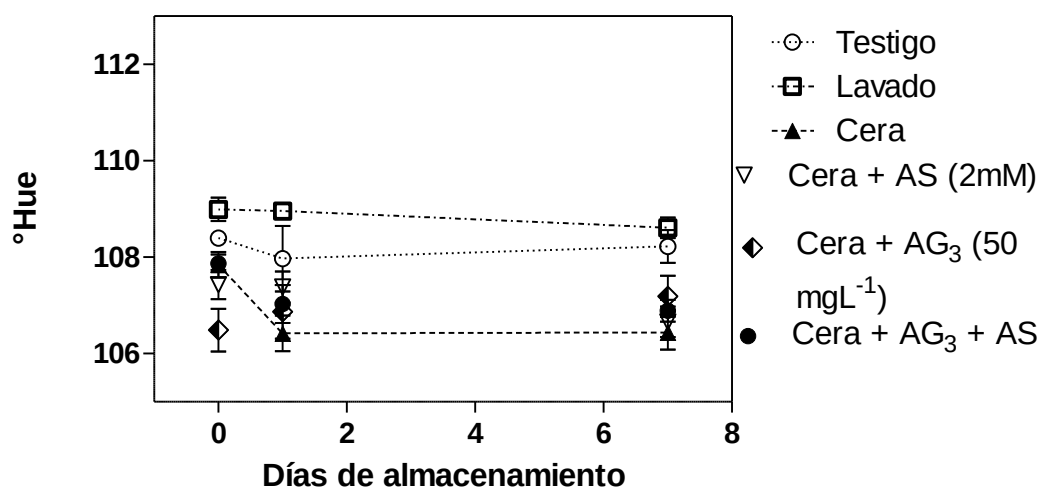


Figura VIII-20. °Hue entre los tratamientos testigo y tratamientos a base de cera refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Con los valores obtenidos para la variable de °Hue se puede concluir que esta variable si influyó en los cambios de color en los frutos refrigerados a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, ya que presenta diferencias significativas entre los tratamientos respecto a los días de

evaluación, donde los tratamientos con cera registran tonos de verde más amarillento que los tratamientos a base de ácido salicílico y/o ácido giberélico los cuales presentan un tono verde limón.

De acuerdo con Cadena *et al.*, (2006), se encontró que la apariencia del color final de frutos de chayote fue mejorada cuando los frutos fueron tratados con ceras adicionadas con 1-MCP, el cual ha sido reportado ampliamente como un inhibidor del etileno.

Sin embargo, esta diferencia en el tono es mínima y es pertinente señalar que las diferencias en la pérdida de tono o matiz (° Hue) detectada por el análisis estadístico difícilmente pueden ser apreciadas por el ojo humano con facilidad, por lo que la pérdida de color no debe ser considerada como un factor importante para medir la calidad de los frutos de chayote.

IX. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos bajo temperatura de 12°C redujeron considerablemente el deterioro de la calidad de los frutos de chayote *virens levis* en comparación con el almacenamiento de 20°C, registraron menor incidencia de ampolla y retardaron la germinación de la semilla obteniendo una vida postcosecha de 35 días.
2. El ácido salicílico (2 mM) al ser mezclado con cera “Vegetable Lustr 227F” y ácido giberélico en temperatura de 12°C, reduce la incidencia de ampolla
3. El ácido giberélico (50 mgL⁻¹) en combinación con cera “Vegetable Lustr 227F” y ácido salicílico (2 mM) ayuda a reducir la pérdida de peso, retarda la germinación de la semilla y registra menor incidencia de ampolla
4. La cera “Vegetable Lustr 227F” reduce la incidencia de ampolla en temperatura ambiente de 20°C y en refrigeración a 12°C, mantiene la intensidad del color y mezclada con ácido salicílico y ácido giberélico disminuye la pérdida de peso y retarda la germinación.
5. En temperatura ambiente la variable luminosidad fue la única que influyo en el cambio de color, mientras que los frutos expuestos a la refrigeración presentaron diferencias significativas en los tres atributos de color como son luminosidad, croma y °Hue.

X. LISTA DE REFERENCIAS

- Abdelnour A., Ramírez C., & Engelmann F. (2002). Micropropagación de chayote (*Sechium edule* Jacq. SW.) a partir de brotes vegetativos. *Agronomía mesoamericana*, 13(2).
- Alvarado S., Saenz M. V., & Valverde E. (1989). Evaluación de tratamientos postcosecha para la preservación de los frutos de chayote (*Sechium edule*). *Agronomía Costarricense*, 13, 35-43.
- Alvarenga-Venutolo S., Abdelnour-Esquivel A., & Villalobos-Aránbula V. (2007). Conservación in vitro de chayote (*Sechium edule*).
- Alvarez, R. (2012). Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabolómica y evaluación de la calidad poscosecha. *Medellín (Colombia): Universidad de Antioquia, Facultad de Química Farmacéutica*.
- Anchundia, K., Santacruz, S., & Coloma, J. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 394-399.
- Andrade J., Acosta D., Bucheli M., & Luna G. C. (2013). Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30(2), 60-72.
- Arévalo-Galarza M. L., Cadena-Iñiguez J., Romero-Velázquez S. D., & Tlapal-Bolaños B. 2011. Rescatando y aprovechando los recursos fitogenéticos de Mesoamérica Volumen 3: Chayote: manejo postcosecha. *Colegio de*

Postgraduados y Grupo Interdisciplinario de Investigación en Sechium edule en México, AC: México.

- Artés Calero, F. 2006. El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 7(2).
- Aung L. H., Harris C. M., Rij R. E., & Brown J. W. 1996. Postharvest storage temperature and film wrap effects on quality of chayote, *Sechium edule* Sw. *Journal of Horticultural Science*, 71(2), 297-304.
- Aung L. H., Rij, R. E., Fouse D. C., & Lindegren, J. E. (1992). Postharvest fruit respiration and soluble sugars changes of *Sechium edule* Swartz. *Phyton*.
- Aung, L. H. 1998. Bioregulators on postharvest sprout growth of *Sechium edule* Sw. In *Annual Meeting of the Am. Soc. Plant Biol. Abstract no. 593*.
- Avendaño-Arrazate C. H., Cadena Iñiguez J., Arévalo Galarza M. L. C., Campos-Rojas, E., Cisneros Solano V. M., & Aguirre Medina, J. F. 2010. Las variedades del chayote mexicano, recurso ancestral con potencial de comercialización. México: *Grupo Interdisciplinario de Investigación en Sechium edule en México, AC*.
- Badui Dergal S., & Cejudo Gómez H. R. T. (2006). *Química de los alimentos*. Pearson educación.
- Barrera Marín, N. 1998. La cidra, papa, chayote o guatila *Sechium edule* (Jacq.) Swartz: Una especie del mundo que debemos rescatar para Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Palmira, Valle, Colombia. 14 p.
- Bisognin, D. A. 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, 32(4), 715-723.
- Cadena Iñiguez J., Soto Hernández M., Arévalo Galarza M., Avendaño Arrazate C. H., Aguirre Medina J. F., & Ruiz Posadas L. D. M. 2011. Caracterización bioquímica de variedades domesticadas de chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. comparadas con parientes silvestres. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(SPE2), 45-55.
- Cadena Iñiguez J; Arévalo Galarza M. L.; Olguín Hernández G.; Morales Flores F. J.; Trejo Téllez B. I.; Ruiz Vera V. M. 2016. Biosecurity system for quality and

- reduction viviparism chayotes export. Colegio de postgraduados, 2 Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C.
- Cadena-I. J., L.M. Ruiz-Posadas, L. C. Trejo, G. P. Sánchez, M. J. F. Aguirre. 2001. Intercambio de gases y relaciones hídricas del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) Revista Chapingo Serie Horticultura 7(1): 21-35.
- Cadena-Iñiguez J., Arévalo-Galarza L., Ruiz-Posadas L. M., Aguirre-Medina J. F., Soto-Hernández M., Luna-Cavazos M., & Zavaleta-Mancera H. A. (2006). Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest. *Postharvest biology and technology*, 40(2), 170-176.
- Cadena-Iñiguez J., Avendaño-Arrazate C. H., Soto-Hernández M., Ruiz-Posadas L. M., Aguirre-Medina J. F., & Arévalo-Galarza L. (2008). Intraspecific variation of *Sechium edule* (Jacq.) Sw. in the state of Veracruz, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(6), 835-847.
- Cadena-Iñiguez J., Avendaño-Arrazate C., Aguirre-Medina J., Arévalo-Galarza M-L., Cisneros-Solano V., Campos-Rojas E. 2010. El chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Importante recurso fitogenético mesoamericano. *Agroproductividad* 3(2): 26-34
- Cadena-Iñiguez J., Avendaño-Arrazate C., Cisneros-Salgado V., Arévalo-Galarza M.L., Ruiz-Posadas L., Aguirre-Medina J., Watanabe, Kazuo N. 2017. Guía de descriptores varietales de *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Para protección legal de su variación. Colegio de Postgraduados. Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C.
- Cadena-Iñiguez J., Avendaño-Arrazate C.H., Cisneros-Solano V.M., Arévalo-Galarza M.L., Aguirre-Medina J. 2013. Modelo de mejoramiento genético participativo en chayote (*Sechium spp*). Colegio de Postgraduados y Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, AC: México.
- Cadena-Iñiguez J., L. Arévalo-Galarza., C.H. Avendaño Arrazate., M. Soto-Hernández., L. M. Ruiz Posadas., E. Santiago-Osorio., M. Acosta-Ramos., V. M. Cisneros-Solano., J. F. Aguirre-Medina., D. Ochoa-Martínez. 2007. Production, Genetics, Postharvest Management and Pharmacological characteristics of *Sechium edule* (Jacq. Sw.) *Fresh Produce* 1(1): 41-53.

- Cadena-Iñiguez J; Arévalo Galarza M.L. 2010. GISEM: Rescatando y Aprovechando los Recursos Fitogenéticos de Mesoamérica Volumen 1: Chayote. Colegio de Postgraduados. Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C.
- Castillo-Martínez C.R., Cisneros-Solano V., Hernández-Marini R., Cadena-Iñiguez J., Avendaño-Arrazate C.H. 2013. Conservación y multiplicación de una colección de *Sechium* spp. Colegio de Postgraduados y Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, AC: México.
- Codex Stan 216-1999. Norma del Codex para el Chayote. [Consultado en mayo 2018]. Disponible en: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2BSTAN%2B216-1999%252FCXS_216s.pdf
- Cook, O. F. 1901. The chayote: A tropical vegetable. Bulletin No. 28. Division of Botany, U.S. Department of Agriculture, USA. Pp. 7-31
- Cruz-León A., & López-Rueda M. T. J. 2005. Dinámica de la formación de la raíz tuberizada del chayote (*Sechium edule* Sw.) en su primer año de cultivo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(1), 13-19.
- Cubas C., González M., & Lobo M. G. Caracterización y determinación de la temperatura óptima de conservación del cv. DAVA-DAVA de chayote. (Consultado en Marzo 2019).
- Del Ángel-Coronel O. A., León-García E., Vela-Gutiérrez G., Rojas-Reyes J. O., Gómez-Lim M. Á., & García H. S. 2018. Lipxygenase activity associated to fruit ripening and senescence in chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw. cv. "virens levis"). *Journal of Food Biochemistry*, 42(1), e12438.
- Del Ángel-Coronel, O. A. 2015. Determinación de actividad de lipoxigenasa y evaluación de eficiencias de transformación mediada por *Rhizobium* spp. y biobalística en chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw. var. *virens levis*). Instituto Tecnológico de Veracruz. H. Veracruz, Ver. México.
- Derbyshire D. M., & Shipway M. R. (1978). Control of post-harvest deterioration in vegetables in the UK. *Outlook on Agriculture*, 9(5), 246-252.

- Diré G., Lima E., Gomes M., & Bernardo-Filho M. 2003. The effect of a chayotte (*Sechium edule*) extracts (decoct and macerated) on the labeling of blood elements with Technetium-99m and on the biodistribution of the radiopharmaceutical sodium pertechnetate in mice: an in vitro and in vivo analysis. *Pakistan journal of nutrition*, 2(4), 221-227.
- Educaplus.org (2019). La percepción del color. Disponible en: <http://www.educaplus.org/luz/color.html>. [Consultado en marzo 2019].
- Figueroa J., Salcedo J., Aguas Y., Olivero R., & Narvaez G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulacion. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 3(2), 386-400.
- Gallego Rosa; Sanz, Juan Carlos (2001). Diccionario Akal del color. Akal. especificación, pág. 365.
- Gómez A.I., & Vázquez M. 2007. Tecnología de empacado en atmósferas modificadas: principios, desarrollo en investigación y aplicaciones. *Temas Selectos De Ingeniería De Alimentos*, pp.66-79.
- Gómez E., & Postcosecha D. T. D. I. (2011). Recubrimientos para frutas y hortalizas. V *curso internacional tecnología postcosecha y procesamiento mínimo*, 32.
- Imagenesmi.com (2019). Tono en el espacio de color (°Hue). Disponible en: <https://www.imagenesmi.com/im%C3%A1genes/hue-wheel-b7.html> . [Consultado en Marzo 2019].
- Jensen L. P., & Lai A. R. 1986. Chayote (*Sechium edule*) causing hypokalemia in pregnancy. *American journal of obstetrics and gynecology*, 155(5), 1048-1049.
- Juárez-Hernández L.F., Campos-Angeles G., Avendaño-Arrazate C., Enriquez-del Valle J., Villegas-Aparco Y. 2014. Conocimiento y comercialización de chayote (*Sechium edule*(Jacq.) Sw.) en los mercados de Valles Centrales de Oaxaca, México. *Rev. Bras. de Agroecología*. 9 (3):90-103
- Júnior J. A. M., & Marques L. G. A. (2014). Cera de Carnaúba. *Cadernos de Prospecção*, 2(1), 36.

- Lira R., Castrejón J., Zamudio S., & Rojas Z., C. 1999. Propuesta de ubicación taxonómica para los chayotes silvestres (*Sechium edule*, Cucurbitaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana*, (49): 47-61.
- Lira-Saade, R. 1996. Chayote. *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 8. Intitute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 58 pp.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.
- MBW. 2012. México lidera producción de nopal y chayote. Mexican Business Web. [Consultado en agosto 2018] Disponible en: <https://www.mexicanbusinessweb.mx/18389/mexico-lidera-produccion-de-nopal-y-chayote/>
- Misir J., Brishti F. H., & Hoque M. M. (2014). Aloe vera gel as a novel edible coating for fresh fruits: a review. *Am. J. Food Sci. Technol*, 2(3), 93-97.
- Monroy-Vázquez M. E., Soto-Hernández M., Cadena-Iñiguez J., Santiago-Osorio E., Ruiz-Posadas L. D. M., & Rosas-Acevedo H. 2009. Estudio biodirigido de un extracto alcohólico de frutos de *Sechium edule* (Jacq.) Swartz. *Agrociencia*, 43(8), 777-790.
- Newstrom, L. E. 1990. Origin and evolution of chayote, *Sechium edule*. Pages 141-149. *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*. Cornell University Press.
- Newstrom, L. E. 1991. Evidence for the origin of chayote, *Sechium edule* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*, 45 (3), 410-428.
- NOM-FF-47-1982. Norma Oficial Mexicana. Productos alimenticios no industrializados para uso humano-hortalizas en estado fresco chayote. [Consultado en agosto 2018] Disponible: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4791838&fecha=13/01/1983
- Olguín-Hernández G., Cadena-Iñiguez J., Arévalo-Galarza L., Valdez-Carrasco J., Rosas-Saito G., & Tlapal- Bolaños B. 2017. Organismos Asociados al chayote. México, Colegio de Postgraduados.

- Olguín-Hernández G., Valdovinos-Ponce G., Cadena-Iñiguez J., & Arévalo-Galarza M. (2013). Etiología de la marchitez de plantas de chayote (*Sechium edule*) en el Estado de Veracruz. *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 161-169.
- Orea-Coria D. P., & Englemann, E. M. 1983. Anatomía de la testa de *Sechium edule*. *Chapingo*, 39, 27-30.
- Pereyra Coutiño, J. I. (2015). Efecto de la aplicación de tres tipos de ceras comestibles como recubrimiento en la Calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L.).
- Pérez Lizaur A. B., Palacios González B., Castro Becerra A. L., & Flores Galicia I. 2008. *Sistema mexicano de alimentos equivalentes*. México. Fomento de Nutrición y Salud Ogail. México, D.F. 3ª Edición. 108 p.
- Perez-Gago M. B., & Krochta J. M. (2000). Drying temperature effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein- lipid emulsion films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7), 2687-2692.
- Popova L., Pancheva T., & Uzunova A. (1997). Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. *Bulg. J. Plant Physiol*, 23(1-2), 85-93.
- Quirós-Vindas, L. 2012. Competitividad de México ahoga al chayote de Costa Rica. El Financiero. [Consultado en agosto 2018] Disponible en: <https://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/competitividad-de-mexico-ahoga-al-chayote-de-costa-rica/T7ENQUNP5VGRJDCX2ARZ2NL6RI/story/>
- Ramos-García M. D. L., Bautista-Baños S., Barrera-Necha L. L., Bosquez-Molina E., Alia-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.
- REDILACG, 2015. Red Latinoamericana de Investigadores. Chayote de Costa Rica; La cadena de chayote [Consultado en agosto 2018] Disponible en: <http://www.redilacg.org/chayote-cr>
- Risueño-Vásquez G. M. (2006). Conservación de la tuna" Blanca de Hidalgo"(*Opuntia ficus-indica* mads) con el empleo de ácido giberélico, recubrimiento de parafina y parcialmente refrigerados (Bachelor's thesis).
- Romero-Velázquez S. D., Tlapal-Bolaños B., Cadena-Iñiguez J., Nieto-Ángel D., & Arévalo-Galarza M. 2015. Hongos causantes de enfermedades postcosecha en

- chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) y su control in vitro. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 19-32.
- Ruíz Camarillo, E. 2012. Efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre la fisiología y fisicoquímica de frutos de chayote (*Sechium edule* Jacq. Swartz var. *virens levis*). Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. Huatusco, Veracruz, México.
- San-Miguel R., Gutiérrez M., & Larqué-Saavedra A. (2003). Salicylic acid increases the biomass accumulation of *Pinus patula*. *Southern Journal of Applied Forestry*, 27(1), 52-54.
- Santiago, V. (2014). Uso de compuestos señalizadores del estrés, para modificar la vida postcosecha del tomate (*Lycopersicum esculentum*).
- Senaratna T., Touchell D., Bunn E., & Dixon K. (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30(2), 157-161.
- Serrano M., Díaz-Mula H. M., Guillén F., Zapata P. J., Castillo S., Valero D., & Valverde J. M. Tratamientos post-recolección innovadores para mantener la calidad y los compuestos bioactivos en cerezas. (Consultado en octubre 2018).
- Sève, Robert (2009). Chalagam, ed. Science de la couleur : Aspects physiques et perceptifs. Marsella. pp. 139-140.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Datos abiertos (Estadística de la producción agrícola de 2017), [Consultado en Julio 2018]. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Siciliano T., De Tommasi N., Morelli I., & Braca A. 2004. Study of flavonoids of *Sechium edule* (Jacq) Swartz (Cucurbitaceae) different edible organs by liquid chromatography photodiode array mass spectrometry. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(21), 6510-6515.
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2012. Base de datos de mercados nacionales. [Consultado en agosto 2018] Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- Valero Muñoz, Antonio (2011). Principios de color y holopintura. Editorial Club Universitario. pp.129.

- Valverde E., Sáenz M. V., & Vargas E. (1989). Estudios preliminares sobre la conservación de la fruta de chayote (*Sechium edule*) después de la cosecha. *Agronomía Costarricense*, 13, 25-33.
- Villanueva-Couoh E., Alcántar-González G., Sánchez-García P., Soria-Fregoso M., & Larque-Saavedra A. (2009). Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura] en Yucatán. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 15(SPE), 25-31.

ANEXO A

Hoja de seguridad DeccoUSPost-Harvest



Hoja Seguridad

NFPA	EPI	

Fecha Elaboración: 08-Feb-2007

Fecha Revisión: 16-Jun-2010

Número de Revisión: 7

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑÍA

DECCO
DeccoUSPost-Harvest, Inc.
1713 S. California Ave.
Monrovia, CA 91016-0120

Teléfonos de emergencia
Chemtrec: (800) 424-9300 (24hrs) o (703) 527-3887
Médico: Centro de Control de Envenenamiento de Rocky Mountain
(855) 573-6671 (24hrs)

Información de la compañía

DeccoUS, Post-Harvest, Inc.

Información de contacto Teléfono

Servicio al cliente 626-358-1838

Horario

8:00 am-5:00pm (PT)

Nombre del producto:

VEGETABLE LUSTRE® 227F (Lustre para Vegetales 227F)

Uso recomendado:

Cubierta vegetal de alto brillo

Código del producto:

24227

2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Descripción general de emergencia		
Puede causar irritación en los ojos		
CUIDADO		
Color: Claro, viscoso.	Estado físico: Líquido.	Clas: No disponible.

Potenciales efectos en la salud

- Inhalación

- Contacto con la piel

Ojos

Piel

Inhalación

Puede causar irritación ligera.

Puede causar irritación moderada.

Puede ocasionar irritación en el tracto respiratorio. La inhalación de los vapores en alta concentración puede causar la irritación del sistema respiratorio.

3.COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

Nombre de los ingredientes

NOMBRE QUIMICO	CAS-No	PE SO %	OSHA PEL
Aceite mineral	8012-95-1	100	5 MG/M ³ Mist

4.PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos	Mantenga el ojo abierto y enjuague lenta y suavemente con agua durante 15-20 minutos. Quítese los lentes de contacto, si los está usando, después de 5 minutos, continúe enjuagando el ojo. Si los síntomas persisten, llame a un médico.
Contacto con la piel	Lávese con agua tibia y jabón. Si la irritación persiste, llame a un médico.
Inhalación	Si los síntomas persisten, llame a un médico. Si la persona no está respirando llame a emergencias o a una ambulancia, luego proporcione respiración artificial. Llame a un centro de control de envenenamiento o a un médico para recibir indicaciones de tratamiento.
Ingesta	No induzca el vómito a menos que así se lo indique un centro de control de envenenamiento o un médico. Llame a un centro de control de envenenamiento o a un médico para recibir indicaciones de tratamiento. De a la persona un sorbo de agua a la persona en caso de que pueda tragar. Nunca se debe dar a ingerir algo a una persona inconsciente.

Notas para el médico: información no disponible

5.MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Propiedades de explosivos inflamables

Punto de ignición	>224°C
Método	Recipiente Cerrado Tagliabue
Temperatura de autoignición	No disponible
Límite de inflamabilidad en el aire	No disponible
Medios de extinción	Use: Chorro de agua, dióxido de carbono (CO ₂) Espuma, químicos secos.
Riesgo de incendio/explosión	Los bomberos y otros individuos que se expongan a los productos de la combustión deberán usar el traje adecuado y un equipo de respiración autónomo. El equipo contra incendio deberá descontaminarse por completo después de su uso.
Productos de combustión peligrosos	No hay información disponible
NFPA Salud 1	Inflamabilidad 1 Inestabilidad 0

6.MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones personales	Evite el contacto con los ojos y la piel. Use equipo de protección.
Precauciones ambientales	Consulte a un especialista regulatorio para determinar el estado apropiado o los requerimientos locales de reporte, para obtener ayuda respecto a la caracterización de desechos y/o disposición de desechos peligrosos y otros requisitos listados en los permisos ambientales pertinentes.
Métodos de limpieza	Utilice material absorbente inerte (como arena, gel desecante, ligante ácido, fijador universal, aserrín). Barrer y desechar de manera apropiada.

7.MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación	Evite el contacto con la piel y los ojos. Evite respirar los vapores o el pulverizado. Asegúrese de que exista la ventilación adecuada. Retire toda fuente de ignición. Manténgase fuera del alcance de los niños.
Almacenamiento	Manténgase en un lugar seco, fresco y bien ventilado.

8.CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN PERSONAL

Normas de exposición

Nombre químico	ACGIH TLV	OSHA PEL
Aceite mineral	5 mg/m ³ Mist.	5 mg/m ³ Mist.

Controles de ingeniería Investigue las técnicas de ingeniería para reducir exposiciones. Se recomienda la ventilación de extracción. Consulte el manual de ventilación ACGIH o el Estándar 91 NFPA para el diseño de sistemas de extracción.

Equipo de protección personal

Protección de ojos y cara Evite el contacto con los ojos. Use protección ocular para evitar el contacto con los ojos.

Protección de piel Guantes de goma. Utilice guantes y ropa de protección.

Protección de las vías

Respiratorias Cuando la exposición aérea es probable, utilice el equipo de protección respiratoria aprobado por NIOSH apropiado al material y/o sus componentes. Se recomienda una máscara de cara completa y, si se utiliza, los repuestos necesarios para la careta y gafas químicas. Si la exposición no puede reducirse al mínimo, mediante controles de ingeniería, consulte a un fabricante de respiradores para determinar el tipo de equipo más apropiado para cada aplicación. Observe las limitantes del uso del respirador especificadas por NIOSH o el fabricante. En caso de emergencia u otras condiciones en que pueda presentarse una exposición potencial o significativa, utilice un respirador con abastecimiento de aire, de presión positiva y careta completa. Los programas de protección respiratoria deben cumplir con la norma 29CFR 1910.134.

Consideraciones generales de higiene

Utilice guantes y protección de cara/ojos adecuados. No coma, beba o fume al utilizar este producto. Retire y lave la ropa contaminada antes de volver a usarla.

9.PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Color	Claro viscoso	Olor	No disponible
Estado físico	Líquido	pH	No hay datos disponibles
Punto/Rango de ebullición	No disponible	Punto/Rango de fusión	No disponible
Gravedad específica	0.86 g/cc	Solubilidad	No disponible
Rango de evaporación	No disponible	Presión de vapor	No disponible
Densidad de vapor	No disponible	Contenido VOC	No disponible
Viscosidad	No disponible	Peso molecular	No hay datos disponibles
Densidad aparente	7.2 lbs/gal	Porcentaje de sólidos	No disponible
Porcentaje volátil	No disponible		

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Estable bajo condiciones recomendadas de almacenamiento
Condiciones a evitar	Manténgase fuera del alcance de los niños, calor, flamas, y chispas.
Materiales no compatibles	No hay productos que mencionar específicamente.
Productos de Descomposición Peligrosa	Ninguno bajo uso normal.
Posibilidad de Polimerización Peligrosa	La polimerización peligrosa no ocurre

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda

Información del Componente

Aceite mineral

La exposición humana a través de la nariz a través de gotas o la administración oral que conduce a aspiración causa neumonía lipídica, una reacción tisular localizada. La inhalación a largo plazo por perros, ratas, ratones y jerbos provoca cambios en el tejido pulmonar (microgranulomas). Se observaron cambios genéticos en pruebas utilizando células animales o humanas. Los resultados tanto positivos y negativos han sido reportados en bacterias.

Los estudios de exposición única indican:

Oral – Prácticamente no tóxico (ratas LD₅₀ >5,000 mg/kg)

Dérmico - Prácticamente no tóxico (conejos LD₅₀ >5,000 mg/kg)

Inhalación – No se observaron muertes en ratas posteriormente a una exposición de 8 horas a vapor saturado.

Imitación de la piel – Ligeramente irritante para conejos (exposición por 24 h.)

Irritación ocular – Moderadamente irritante para los conejos

Parafina

Este material no es ni digerido ni absorbido y no es considerado tóxico. Al ingerirse, se ha reportado que tiene ligeros efectos laxantes.

Petrolato

Este producto es prácticamente no irritante para los humanos, ni se observaron reacciones alérgicas posteriores a exposición repetida. Aunque raramente, se han reportado casos de reacciones alérgicas de la piel. La aplicación repetida a la piel de los conejos produjo imitación de la piel. La administración a largo plazo en la dieta de las ratas o su aplicación a la piel de los ratones no produjo efectos tóxicos o carcinogénicos.

Toxicidad crónica

Carcinogenicidad

No hay químicos carcinogénicos conocidos en este producto

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Ecotoxicidad

No hay información disponible

13. INFORMACIÓN SOBRE ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS

Método de eliminación de residuos Elimínese de acuerdo con las leyes y reglamento federales, estatales y locales

Empaques Contaminados Los contenedores vacíos deben enviarse a reciclaje, recuperación o eliminación.

14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

DOT	No regulado
ICAO	No regulado
IATA	No regulado
IMG/IMO	No regulado

15. INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓNInventarios Internacionales

Aceite mineral

DSL	Enlistado
EINECS/ELINCS	Enlistado
ENCS	Enlistado
CHINA	Enlistado
KECL	Enlistado

ESTADOS UNIDOSNormas Federales**SARA313**

Las sección 313 del Título III de la Ley de Reautorización y Enmiendas del Superfondo de 1986 (SARA). Este producto no contiene ningún químico que se encuentre sujeto a los requisitos de reporte de la Ley y al Título 40 del Código de Normas Federales, Sección 372.

SARA311/312 Categorización de riesgos

Riesgo crónico para la salud	No
Riesgo grave a la salud	Sí
Riesgo de incendio	No
Riesgo de liberación de presión repentina	No
Riesgo reactivo	No

Ley de Aguas Limpias

Ley de Aire Limpio, Sección 112 Contaminantes Peligrosos del Aire (CPAs) (vea 40 CFR 61)
Este producto no contiene ningún CPAs.

CERCLARCRAInformación de pesticida**Proposición California 65**

Este producto no contiene ningún químico del tipo Proposición 65.

Derecho Estatal a la Información

Nombre químico	Massachusetts	New Jersey	Pennsylvania	Illinois	Rhode Island
Aceite mineral	Enlistado.	Substancia no. 1437 Enlistada	Enlistado.	Enlistado.	Enlistado.

Normas Internacionales

México- Grado

México- Grado

Canadá

Este producto ha sido clasificado de acuerdo con el criterio de riesgo de las Normas de Productos Controlados (CPR) y la

Hoja de seguridad contiene toda la información requerida por las CPR.

WHMIS Clase de riesgo

No determinado

16. OTRAS INFORMACIONES

Fecha de Revisión

16-Jun-201

Resumen de Revisión

Declaración de actualización de la garantía

CONDICIONES DE VENTA Y LÍMITE DE GARANTÍA Y RESPONSABILIDAD

AVISO: Lea todas las instrucciones de uso y condiciones de venta y Límite de Garantía y Responsabilidad antes de comprar o usar este producto. Si los términos no son aceptables, devuelva el producto de inmediato, sin abrir, y el precio de compra le será reembolsado. Es imposible eliminar todos los riesgos asociados con el uso de este producto. Todos esos riesgos serán asumidos por el Comprador y el Usuario, y el Comprador y el Usuario acuerdan mantener a Decco US Post -Harvest, Inc. exento de cualquier reclamación relacionada con este tipo de factores.

A lo establecido en la ley aplicable, Decco US Post - Harvest Inc. no ofrece ninguna garantía de comerciabilidad o de idoneidad para ningún propósito en particular, ni ninguna otra garantía expresa o implícita con excepción de lo indicado en esta Hoja de Seguridad.

A lo establecido en la ley aplicable, Decco US Post -Harvest Inc. no será responsable por cualquier daño incidental, consecuente, indirecto o especial que resulte del uso o manejo de este producto y EL RECURSO EXCLUSIVO DEL USUARIO O COMPRADOR Y LA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE DECCO US POST-HARVEST, INC. POR TODOS Y CADA UNO DE LOS RECLAMOS, PÉRDIDAS, LESIONES O DAÑOS (INCLUYENDO RECLAMACIONES BASADAS EN INCUMPLIMIENTO DE LA GARANTÍA, CONTRATO, NEGLIGENCIA, AGRAVIO, RESPONSABILIDAD Estricta, O CUALQUIER O DE OTRA NATURALEZA) OCASIONADOS POR EL USO O MANEJO DE ESTE PRODUCTO, SERÁ LA DEVOLUCIÓN DEL PRECIO DE COMPRA DEL PRODUCTO O, A ELECCIÓN DE DECCO POST-HARVEST, INC. EL REEMPLAZO DEL PRODUCTO.

Decco US Post-Harvest, Inc. ofrece este producto, y el comprador y el usuario lo acepta, sujeto a las Condiciones de Venta y Límites de la Garantía y de Responsabilidad previas, las cuales no pueden ser modificadas excepto mediante un acuerdo escrito debidamente firmado por un representante autorizado de Decco US Post-Harvest, Inc.

Fin de la HOJA DE SEGURIDAD

ANEXO B

CODEX STAN 216-1999

(CODEX STAN 216-1999)

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de chayotes obtenidos de *Sechium edule* (Jacq.) Sw., de la familia *Cucurbitaceae*, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los chayotes destinados a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los chayotes deberán:

- estar enteros;
- estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- ser de consistencia firme;
- tener un aspecto fresco;
- estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;
- estar prácticamente exentos de magulladuras;
- estar exentos de daños causados por el sol;
- estar exentos de pulpa fibrosa;
- estar exentos de espinas duras;
- estar exentos de señales visibles de germinación.

2.1.1 Los chayotes deberán haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez, de conformidad con los criterios peculiares de la variedad y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de los chayotes deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

2.2 CLASIFICACIÓN

Los chayotes se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1 Categoría "Extra"

Los chayotes de esta categoría deberán ser de calidad superior y característicos de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

2.2.2 Categoría I

Los chayotes de esta categoría deberán ser de buena calidad y característicos de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma, como por ejemplo surcos longitudinales poco marcados y ligeras depresiones;
- defectos leves de coloración que no superen el 25% de la superficie total;
- defectos leves en la piel debidos a cicatrización que no excedan en total de 3 cm².

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

2.2.3 Categoría II

Esta categoría comprende los chayotes que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los chayotes conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma, como por ejemplo surcos longitudinales poco marcados y ligeras depresiones;
- defectos de coloración que no superen el 35% de la superficie total;
- defectos en la piel debidos a cicatrización que no excedan en total de 5 cm².

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

El calibre se determina por el peso o la longitud, con un peso mínimo de 200 g o una longitud mínima de 12 cm, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Código de calibre	Peso (en gramos)	Longitud (cm)
A	200 - 300	12 - 14
B	301 - 400	15 - 16
C	401 - 500	> 16
D	> 500	

La diferencia de peso entre los frutos correspondientes al código de calibre D no deberán exceder de 150 g.

4. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 Tolerancias de calidad

4.1.1 Categoría "Extra"

El 5%, en número o en peso, de los chayotes que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 Categoría I

El 10%, en número o en peso, de los chayotes que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.3 Categoría II

El 10%, en número o en peso, de los chayotes que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

4.2 TOLERANCIAS DE CALIBRE

Para todas las categorías, el 10%, en número o en peso, de los chayotes que correspondan al calibre inmediatamente superior o inferior al indicado en el envase.

5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

5.1 HOMOGENEIDAD

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por chayotes del mismo origen, variedad y/o tipo comercial, calidad, color y calibre. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2 ENVASADO

Los chayotes deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos¹, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Los chayotes deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).

5.2.1 Descripción de los Envases

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación apropiados de los chayotes. Los envases deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1 ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1 Naturaleza del Producto

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto v. facultativamente, con el de la variedad.

6.2 ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan el envío.

6.2.1 Identificación

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo)².

6.2.2 Naturaleza del Producto

Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad o tipo comercial (facultativo).

6.2.3 Origen del Producto

País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4 Especificaciones Comerciales

- Categoría;
- Calibre (código de calibre o pesos máximo y mínimo en gramos o longitud máxima y mínima en mm);
- Peso neto (facultativo).

6.2.5 Marca de Inspección Oficial (facultativa)

7. CONTAMINANTES

7.1 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (CODEX STAN 193-1995).

7.2 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

8. HIGIENE

8.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

8.2 El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

Análisis de incrementos en las medias de incidencia de ampolla

	dia 1		dia7		dia 14	
Testigo (Sin lavado)	0.2	0.8	1	1.0	2	
Testigo lavado	0	0.6	0.6	1.2	1.8	
Ácido acetil salicílico (1mM)	0	0.0	0	0.0	0	
Ácido salicílico (2mM)	0.2	1.0	1.2	0.8	2	
Ácido giberélico 50 mgL	0.4	0.8	1.2	0.8	2	
Ácido salicílico (2mM) + AG ₃ (50mgL)	0	0.4	0.4	0.4	0.8	
Cera	0	0.2	0.2	0.4	0.6	
Cera + Ácido Salicílico (2mM)	0	0.0	0	0.8	0.8	
Cera + A G ₃ (50mgL)	0	1.0	1	0.8	1.8	
Cera + Ácido salicílico (2mM) + A G ₃ (50mgL)	0	0.2	0.2	0.6	0.8	
	dia 1		dia7			
Testigo (Sin lavado)	1.67	0.1	1.78			
Testigo lavado	1.27	0.4	1.71			
Ácido acetil salicílico (1mM)	1.47	0.1	1.54			
Ácido salicílico (2mM)	1.4	0.2	1.57			
Ácido giberélico 50 mgL	1.67	0.3	1.93			
Ácido salicílico (2mM) + AG ₃ (50mgL)	1.73	0.3	2.07			
Cera	0.66	0.6	1.27			
Cera + Ácido Salicílico (2mM)	1	0.4	1.43			
Cera + A G ₃ (50mgL)	0.87	0.3	1.13			
Cera + Ácido salicílico (2mM) + A G ₃ (50mgL)	0.87	0.0	0.86			

ANEXO D

Vejiga o ampolla en la epidermis



ANEXO D1: Cuantificación por observación directa de incidencia de ampolla.



ANEXO D2: Observación de la incidencia de ampolla entre los tratamientos a temperatura ambiente a 20°C.



ANEXO D3: Al presentarse el síntoma las manchas presentan relieve, que simulan vejigas o ampollas.

ANEXO E

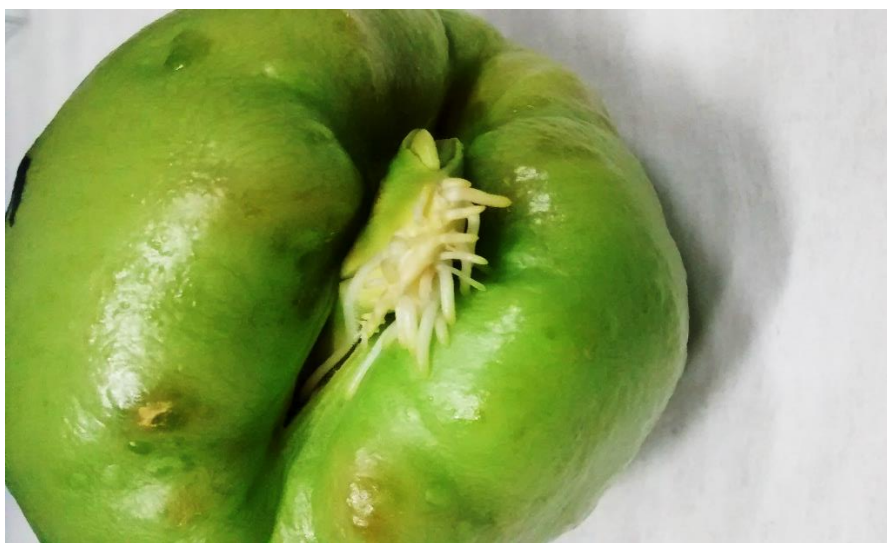
Viviparismo o germinación de la semilla en chayote *virens levis*



ANEXO E1: Observación de incidencia de viviparismo en frutos de chayote *virens levis*.



ANEXO E2: Nivel de germinación “B” en testigo lavado.



ANEXO F2: Chayote de la variedad *virens levis* en nivel “D” de viviparismo.

ANEXO G

Comparación entre tratamientos a temperatura ambiente de 20°C después de 14 días de evaluación con la finalidad de observar la apariencia de los frutos.



ANEXO G1: Comparación física entre testigo sin lavar y testigo lavado.



ANEXO G2: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de ácido salicílico (2mM).



ANEXO G3: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de ácido giberélico.



ANEXO G4: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de ácido salicílico + ácido giberélico.



ANEXO G5: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de cera.



ANEXO G6: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de cera.

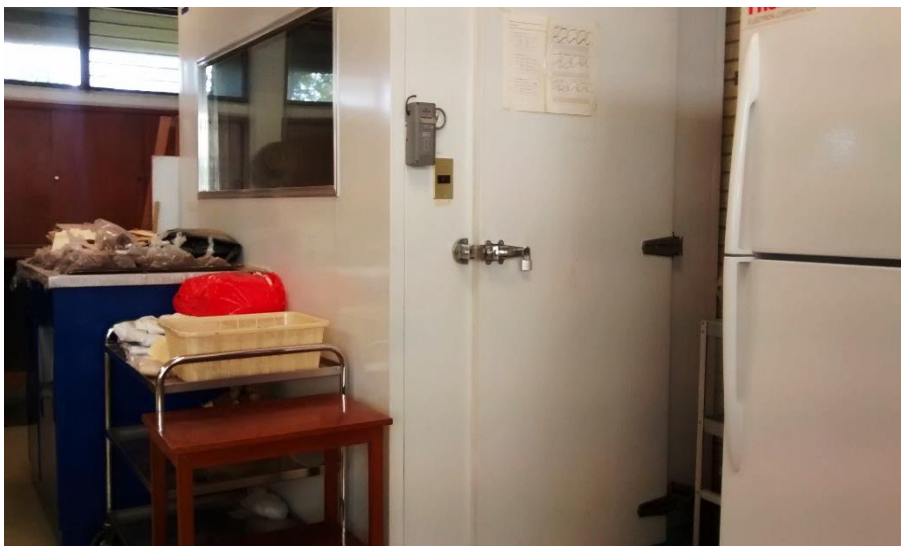


ANEXO G7: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de cera + ácido salicílico.



ANEXO G8: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de cera + ácido giberélico.

ANEXO H



ANEXO H1: Cámara frigorífica (Laboratorio de postcosecha en Colegio de postgraduados).



ANEXO H2: Apariencia de los frutos de chayote en testigo sin lavar después de 28 días de almacenamiento a 12°C.



ANEXO H3: Apariencia de los frutos de chayote en testigo lavado después de 28 días de almacenamiento a 12°C.



ANEXO H4: Aclimatación después de 28 días de almacenamiento en cámara frigorífica a 12°C de los frutos de chayote a temperatura ambiente (20°C).

ANEXO I

Comparación entre el testigo sin lavado y los tratamientos después de 7 días de la refrigeración de 12°C con la finalidad de observar la apariencia de los frutos.



ANEXO I1: Comparación física entre testigo sin lavar y testigo lavado; tratamiento de acetilsalicílico; y tratamiento de ácido salicílico respectivamente.



ANEXO I2: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de ácido giberélico; ácido salicílico + giberélico; y cera.



ANEXO I3: Comparación física entre testigo sin lavar y tratamiento de cera + ácido salicílico; cera + ácido giberélico; y cera+ ácido salicílico + ácido giberélico.



ANEXO I4: Comparación física entre los tratamientos después de 7 días de la refrigeración de 12°C.