

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ATMÓSFERA
MODIFICADA Y RECUBRIMIENTO COMERCIAL EN LA
CALIDAD DE DÁTIL MEJHOUL EN POSCOSECHA**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

PRESENTAN:

JULIO CÉSAR PALACIOS ARREGUIN

RICARDO ROMERO FIGUEROA

DIRECTOR:

DRA. BLANCKA YESENIA SAMANIEGO GÁMEZ

EJIDO NUEVO LEÓN, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

ENERO DEL 2026

La presente tesis titulada “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ATMÓSFERA MODIFICADA Y RECUBRIMIENTO COMERCIAL EN LA CALIDAD DE DÁTIL MEJHOUL EN POSCOSECHA” realizada por los C. Julio César Palacios Arreguín y Ricardo Romero Figueroa bajo la dirección del Consejo Particular abajo indicado, ha sido revisada y aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

C o n s e j o P a r t i c u l a r

Presidente _____

Dra. Blancka Yesenia Samaniego Gámez

Sinodal _____

Dr. Raúl Enrique Valle Gough

Sinodal _____

M.C. Samuel Uriel Samaniego Gámez

“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER”

Ejido Nuevo León, Mexicali Baja California, México, noviembre del 2025

Agradecimientos

Julio Cesar Palacios Arreguin

Quiero agradecer de todo corazón a la Universidad Autónoma de Baja California, por darme la oportunidad de estudiar mi carrera en Ingeniería en Agronomía y obtener el grado de licenciatura, para poder convertirme en profesionalista, gracias a los conocimientos que se me otorgo durante mis 4 años de estudio.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Dra. Blancka Yesenia Samaniego Gámez, no solo por darme la oportunidad de presentar esta tesis, si no también por haber sido mi maestra durante los 4 años de carrera y por todo el esfuerzo y paciencia que me dedico como su alumno.

De igual manera agradezco la ayuda del Dr. Raúl Enrique Valle Gough y el M.C. Samuel Uriel Samaniego Gámez por su compromiso y ayuda que mostraron como sinodales de esta tesis.

Un agradecimiento a todas las personas anónimas que conocí durante mis estudios, por haber sido parte de este largo camino de aprendizaje.

Por último, agradecer al cuerpo académico de Fisiología y Ambiente en Producción Agrícola (UABC-CA-349), así como al proyecto “Efecto de tecnología poscosecha en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en frutos de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.)” (Clave 200/4349) del cual esta tesis forma parte.

Ricardo Romero Figueroa

La siguiente tesis no habría sido posible sin la guía, dedicación, y paciencia de la Dra. Blancka Yesenia Samaniego Gámez, mi directora de tesis y una profesora extraordinaria.

Gracias a la Dra. Blancka por su orientación contante y acertada en cada etapa del trabajo, por sus enseñanzas académicas, gracias por resolver con calma y claridad todas las dudas que surgieron, por ayudarnos a sortear cada complicación ya sea en formato del documento para la tesis como en los muestreos del experimento, así como su organización al darnos consejos. Y gracias por darnos ánimos, preciosos en los momentos de mayor agotamiento, por sus palabras de aliento.

También a todos los profesores del instituto que fueron de apoyo en momentos de necesidad que estuvieron ahí para guiarnos y despejar y corregir nuestros errores.

Y también a mis padres que me apoyaron tanto económicamente y ofrecer su ayuda en lo que necesitará.

Dedicatorias

Julio Cesar Palacios Arreguin

-A mis padres Julio e Irene

Dedico esta tesis llena de esfuerzo a mis padres, quienes siempre estuvieron apoyándome en cada paso de este viaje. Este logro no hubiera sido posible sin ustedes, Muchas Gracias.

-A mi hermana Evelyn

A mi hermana menor, que siempre estuvo ahí para mí, y con quien comparto alegrías, Gracias.

Ricardo Romero Figueroa

-A mis padres

Por a verme apoyado tanto económica y emocionalmente en todos los años que llevo de carrera y por estos meses que eh dedicado a la realización de esta tesis, gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba de mí mismo, por los ánimos que me dieron en estos meses que eh dedicado a la tesis han sido difíciles y tediosos, pero gracias a ustedes nunca tire la toalla con esta tesis, gracias a ustedes y su apoyo por todo tanto emocional y económico.

I. Índice General

I. Índice General	I
II. Índice de Figuras	III
III. Lista de Abreviaturas/Nomenclatura	IV
IV. Resumen	V
V. Abstract	VI
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo general	4
3.2. Objetivos particulares	4
4. Antecedentes.....	5
4.1. Cultivo de palma datilera	5
4.1.1 Características botánicas	5
4.1.2. Manejo agronómico	7
4.2. Fisiología de la maduración.....	8
4.2.1 Etapas de maduración.....	8
4.3. Daños que afectan la calidad del dátil	10
4.3.1. Daños físicos	10
4.3.2. Daños químicos.....	11
4.3.3. Daños biológicos	12
4.4. Manejo poscosecha.....	14
4.4.1. Tecnologías para prolongar la vida de anaquel.....	14

4.4.2. Tecnologías poscosecha en dátiles.....	16
4.5. Madurez fisiológica del dátil.....	17
4.5.1. Índices de madurez del dátil.....	17
4.5.2. Actividad respiratoria del dátil.....	18
5. Metodología.....	19
5.1. Sitio de muestreo.....	19
5.2. Material biológico.....	19
5.3. Atmósfera modificada.....	21
5.4. Recubrimiento comestible.....	22
5.5. Análisis estadístico.....	23
6. Resultados.....	24
6.1. Atmósfera modificada.....	33
6.2. Recubrimiento comestible.....	34
7. Discusión.....	35
8. Conclusiones.....	40
9. Literatura Citada.....	42
10. Anexos.....	50

II. Índice de Figuras

Figura 1. Áreas productoras de dátil en México.....	5
Figura 2. Representación de la estructura de la palma datilera	7
Figura 3. Proceso de maduración del dátil Mejhoul.	8
Figura 4. Anatomía del dátil en la fase Tamar.	10
Figura 5. Daño físico de desprendimiento de piel en fruto de dátil.	11
Figura 6. Daños biológicos en fruto de dátil.	13
Figura 7. Microlocalización del Valle de Mexicali.	19
Figura 8. Tecnologías poscosecha para mejorar la calidad de dátiles.....	24
Figura 9. Determinación de características fisicoquímicas de calidad en dátiles.	25
Figura 10. Comparación de medias del peso de fruto a través del tiempo. ...	26
Figura 11. Comparación de medias de largo de fruto a través del tiempo.	27
Figura 12. Comparación de medias de ancho de fruto a través del tiempo. .	28
Figura 13. Comparación de medias de contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en frutos a través del tiempo.....	29
Figura 14. Comparación de medias de firmeza de frutos a través del tiempo.	31
Figura 15. Análisis del porcentaje de pérdida de humedad en frutos de dátil.	32

III. Lista de Abreviaturas/Nomenclatura

°C	Grados centígrados	g	gramos
%	por ciento	m ³	Metros cúbicos
ha	hectáreas	L	Litro
°Bx	Grados Brix	t	Tonelada

IV. Resumen

El cultivo de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) es uno de los principales cultivos en zonas áridas. En América, México es uno de los principales productores de dátil, cuyo cultivo se concentra en Baja California y Sonora. El fruto de palma datilera presenta pérdidas en poscosecha debido al limitado conocimiento de estas técnicas, las cuales pueden ser una ventaja competitiva. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar los efectos de la aplicación de atmósfera modificada y recubrimiento comercial en la calidad poscosecha en dátiles Mejhoul. Se colectaron frutos en etapa Routab y Tamar, en el Valle de Mexicali, durante 2024, y fueron trasladados al Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC). Los dátiles fueron procesados y clasificados de acuerdo a la norma NMX-FF-117-SCFI-2012. Los tratamientos fueron: atmósfera modificada (AM), recubrimiento comestible (RC) y manejo convencional (MC): T1) MC + RC 25%; T2) MC + RC 50%; T3) AM + RC 25%; T4) AM + RC 50%; T5) MC; T6) AM; T7) RC 50%; T8) RC 25%; T0) testigo absoluto (sin atmósfera ni recubrimiento). Se evaluó peso, tamaño, contenido de sólidos solubles totales, firmeza y humedad, a los 0, 10 y 20 días después del establecimiento, en un diseño completamente al azar. Los resultados mostraron que a través del tiempo el peso fue mayor en dátiles en la caja y film (15.27 g), el tamaño fue mayor en dátiles con MC, el contenido de azúcares fue mayor con MC + RC 25 % y AM + 50 % RC, mientras que la firmeza fue mayor en dátiles MC. Las tecnologías poscosecha utilizadas, modificaron las características de calidad del dátil, concluyendo, que el MC ayuda a acelerar la pérdida de peso y tamaño, provocando el aumento de azúcares y la firmeza. El uso de la AM y RC provoca una menor pérdida de agua, que ralentiza la pérdida de peso y tamaño, causando un aumento más lento en los azúcares y contenido de sólidos solubles totales.

Palabras clave: *Phoenix dactylifera* L., atmósfera modificada, recubrimiento comestible

V. Abstract

The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) culture is one of the main crops in arid zones. In the Americas, Mexico is one of the leading date producers, with the culture concentrated in Baja California and Sonora. Date palm fruit experiences postharvest losses due to limited knowledge of postharvest techniques, which could be a competitive advantage. The objective of this study was to evaluate the effects of modified atmosphere, packaging and commercial coating on the postharvest quality of Mejhoul dates. Dates at the Routab and Tamar stages were collected in the Mexicali Valley during 2024 and transported to the Institute of Agricultural Sciences of the Autonomous University of Baja California (ICA-UABC). The dates were processed and classified according to the NMX-FF-117-SCFI-2012. The treatments were: modified atmosphere (MA), edible coating (EC), and conventional management (CM): T1) CM + 25% EC; T2) CM + 50% EC; T3) MA + 25% EC; T4) MA + 50% EC; T5) CM; T6) MA; T7) 50% EC; T8) 25% EC; T0) absolute control (no atmosphere or coating). Weight, size, total soluble solids content, firmness, and moisture content were evaluated at 0, 10, and 20 days after planting, in a completely randomized design. The results showed that over time, the weight was greater in dates in the box and film (15.27 g), the size was greater in dates with MOD, the sugar content was higher with CM + 25% EC and MA + 50% EC, while firmness was greater in dates with CM. The post-harvest technologies used modified the quality characteristics of the dates, leading to the conclusion that CM helps accelerate weight and size loss, resulting in increased sugars and firmness. The use of AM and EC results in less water loss, which slows down weight and size loss, causing a slower increase in sugars and total soluble solids content.

Keywords: *Phoenix dactylifera* L., Modified atmosphere, Edible coating

1. Introducción

El dátil Mejhoul (*Phoenix dactylifera* L.) mencionado por los productores californianos como "*el Cadillac de los dátiles*", es una de las variedades con mayor valor comercial, aunque por el tipo de azúcares que contiene sus frutos son más delicados y su conservación requiere refrigeración. Por esta razón se recomienda realizar su comercialización antes de los tres meses. Los dátiles Mejhoul son extremadamente largos, de pulpa suave y dulce, de color marrón con tonalidades variables según la zona de cultivo y con un peso por unidad que varía entre 15 y 23 g (OEIDRUS, 2010).

Actualmente, a nivel mundial, el cultivo de palma datilera se lleva a cabo en regiones áridas que poseen las condiciones edafoclimáticas para su cultivo a nivel comercial, siendo los principales países con la mayor superficie sembrada, Iraq, Argelia, Arabia Saudita, Irán y Pakistán (FAOSTAT, 2025). Asimismo, los países que generan los mayores niveles de volumen de producción son Egipto, Arabia Saudita, Argelia, Irán e Irak (FAOSTAT, 2025). Esta producción representa altos ingresos a mercados nacionales e internacionales, siendo los principales países productores de dátiles por valor de la producción Irán, Irak, Argelia, Pakistán y Arabia Saudita (FAOSTAT, 2025; Keskin *et al.*, 2025). En cuestión de la variedad Mejhoul, en 2020 se estimó una producción mundial de 108,498 toneladas de esta variedad (Zaid y Oihabi 2022).

Recientemente la cosecha anual de dátiles del 2022 al 2023 alcanzó un total de 1,157,000 t, de los cuales el 84.26% correspondieron a Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Egipto, Irán, Argelia, Túnez e Irak (Valdez *et al.*, 2025). Tan solo en el continente americano, México es conocido por ser el segundo país con la mayor producción de dátil Mejhoul y el cuarto del mundo, con una producción nacional del 94% de los dátiles, siendo cultivado principalmente en los estados y municipios de San Luis Río Colorado, Altar y Caborca en Sonora, Mexicali en Baja California, Comundú, Mulegé y La Paz

en Baja California Sur y Viesca en el Estado de Coahuila (Zaid y Oihabi, 2022; Valdez *et al.*, 2025; Valle *et al.*, 2025; Salomón *et al.*, 2017).

Según información de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO), durante 2018 el Valle de Mexicali contaba con 1,135 ha sembradas de las variedades más demandadas en el mercado, como lo son Degleet Noor, Mejhoul y Halaway. El Valle de Mexicali cuenta con condiciones climáticas y edafológicas similares a las de los países con mayor producción en el mundo, como: altas temperaturas, baja humedad ambiental relativa, suelos de alta calidad, pocas precipitaciones durante la época de cosecha, y disponibilidad de agua. Lo anterior favorece la propagación, crecimiento y fructificación de la palma datilera, es debido a esto que se considera al dátil como un cultivo altamente rentable, por lo que su producción en la región ha incrementado continuamente (Blando, 2019).

Durante 2022, la superficie sembrada de palma datilera en México aumentó un 8.12%, con el propósito de aumentar la producción de este fruto, alcanzando una superficie de 3,268 ha, y produciendo 19,456 t de dátil para 2023. Siendo las principales zonas contribuyentes San Luis Río Colorado y Mexicali con el 55% y 41% del volumen nacional, respectivamente (Valdez *et al.*, 2025).

En estos últimos años los productores de Valle de Mexicali han mantenido sus prácticas de producción, procesos poscosecha y empaque de manera privada ante sus competidores, ya que son consideradas ventajas competitivas, que permiten mejorar y mantener la calidad de fruto, para la presentación final ante el consumidor (Blando, 2019).

2. Justificación

En México, la principal zona de producción de palma datilera se ubica en las regiones del Valle de San Luis Rio Colorado y Valle de Mexicali, en donde se encuentran alrededor de 165 productores que enfrentan algunos desafíos en las etapas de pre y poscosecha de dátil, alcanzando pérdidas del 20-30% por daños al fruto y hasta 50% en frutos que requieren de algún procesamiento para mejorar su estado (Valle *et al.*, 2025; Gerónimo *et al.*, 2024; Blando, 2019). Al igual que otros cultivos, el dátil es perecedero y al ser un cultivo no climatérico este solo depende del manejo que se le dé en la poscosecha para poder conservar su calidad durante más tiempo, pasando por tecnologías como el secado o deshidratación, hidratación y enfriamiento, para ser empaquetado en su maduración final. Es en esta etapa de empaque donde el dátil ya no puede ser modificado, y al comercializar el fruto está expuesto a condiciones desconocidas, por lo que el desarrollo de nuevas tecnologías y conocimientos de empaque es esencial para mejorar la calidad y el valor de los dátiles, reduciendo las pérdidas poscosecha.

Es por ello que este trabajo se enfocó en evaluar tratamientos de tipos de empaque (Atmósfera modificada) y dosis de recubrimiento comercial almacenados a 10 y 20 días, con la finalidad de registrar datos de características destructivas (firmeza, sólidos solubles totales y humedad) y no destructivas (peso y tamaño) que influyen en la calidad del dátil Mejhoul; para al final ser ordenarlos en un diseño experimental completamente al azar, que nos ayudará a determinar qué tratamientos ayudaron en la disminución de las características de calidad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de atmósfera modificada y recubrimiento comercial en la calidad de dátil Mejhoul en poscosecha, a través de la evaluación de parámetros fisicoquímicos.

3.2. Objetivos particulares

- Evaluar el efecto del uso de atmósfera modificada en parámetros de calidad fisicoquímicas del dátil Mejhoul en dos periodos de tiempo de almacenamiento.
- Determinar el efecto de la aplicación de recubrimiento comercial sobre índices de calidad fisicoquímica del dátil Mejhoul en dos periodos de tiempo de almacenamiento.
- Comparar el efecto del uso de empaque convencional sobre la calidad del dátil Mejhoul con el uso de la atmósfera modificada en dos periodos de tiempo de almacenamiento.

4. Antecedentes

4.1. Cultivo de palma datilera

El cultivo de la palma datilera cuenta con diferentes tipos de aprovechamiento. En la Figura 1, se muestran en rojo los lugares donde se cultiva dátil con alto valor comercial. Mientras que las áreas en azul corresponden al cultivo de dátil criollo, principalmente en las zonas consideradas oasis (Ortiz *et al.*, 2020).



Figura 1. Áreas productoras de dátil en México.
Fuente: Ortiz *et al.*, 2020.

4.1.1 Características botánicas

La palma datilera es una planta originaria de la región de Oriente Medio y África del Norte, cultivada principalmente por su fruto conocido como dátil (Salomón *et al.*, 2017).

La palma datilera es una planta perenne, diploide, monocotiledónea y dioica. Se propaga por medio de vástagos y a través de técnicas de cultivo de tejidos, razón por la cual se suele cultivar por medio de trasplante, ya que no es común la siembra de semilla debido al riesgo de desconocer su género (Salomón *et al.*, 2017).

La palma datilera (Fig. 2) presenta una raíz fasciculada y fibrosa poco engomada. Cuando estas raíces mueren, son reemplazadas por unas nuevas. Sus raíces pueden llegar hasta 6 metros de profundidad y extenderse en un radio de 18 metros, todo esto dependiendo del tipo de suelo y tamaño de la palma (Jiménez *et al.*, 2020). Su tronco llega a ser de un metro de ancho y 30 metros de altura, hojas pinnadas de 3 a 6 metros de longitud y medio metro de ancho, y con una vida promedio de 100 años (Salomón *et al.*, 2017).

Las flores son unisexuales, pequeñas y se agrupan en una inflorescencia muy ramificada denominada espádice, el cual nace en las axilas de las hojas. Las flores masculinas tienen un cáliz trilobado, corola con tres pétalos de color crema y seis estambres. Las flores femeninas tienen un cáliz formado por tres sépalos, una corola de tres pétalos de color amarillo y un óvulo súpero formado por tres carpelos unidos (Jiménez *et al.*, 2020).

La floración de la palma datilera ocurre entre los primeros 5 a 8 años de vida, su polinización ocurre a través del viento de planta macho a planta hembra, y forma artificial en su producción comercial con el fin de obtener mejores rendimientos (Salomón *et al.*, 2017).

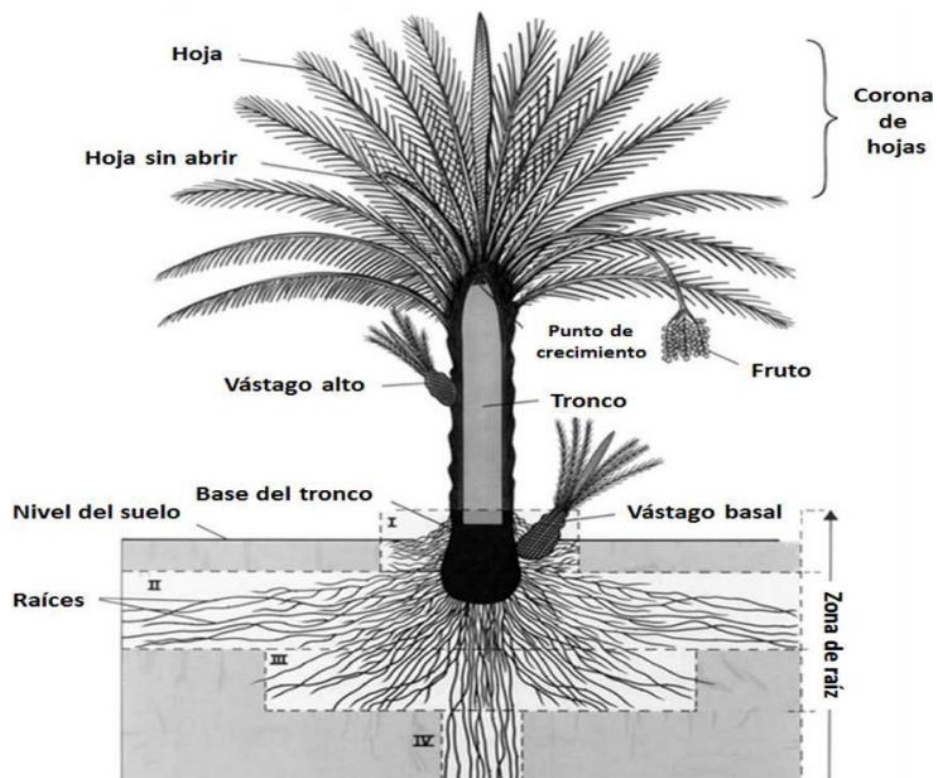


Figura 2. Representación de la estructura de la palma datilera.
Fuente: Salomón *et al.*, 2017.

4.1.2. Manejo agronómico

El cultivo de la palma datilera puede tolerar varios tipos de suelo, pero crece mejor en suelos arcilla arenosa con drenaje libre y alta retención de humedad. También tolera diferentes tipos de pH, aunque el ideal sería neutro o entre un rango de 7 y 8.5. Ya que los suelos muy alcalinos o salinos afectan negativamente la productividad del cultivo y la calidad del fruto (Zaid y Oihabi, 2022). Tolerancia la sequía y el estrés hídrico, pero lo ideal para su óptima producción es un requerimiento hídrico de 10,000 a 20,000 m³ ha⁻¹. Pueden tolerar concentraciones de sal de 3 a 10 g·L⁻¹ (Morales *et al.*, 2023; Zaid, 2024). La palma también requiere de frío en invierno y más importante requiere calor desde la fructificación hasta la cosecha, durante 5 a 6 meses durante el año. La floración de la palma datilera comienza cuando la temperatura es mayor a los 18 °C (Zaid, 2024; Ramos *et al.*, 2012). Todo esto dependiendo de factores

como, condiciones climáticas, manejo del riego, edad, características predominantes del suelo y tipo de fertilizantes utilizados.

4.2. Fisiología de la maduración

Después de la polinización de la palma datilera, comienza el desarrollo del fruto, el cual pasa por cinco etapas de maduración: Hababouk, Kimri, Khalal, Rutab y Tamar (Fig. 3) (Blando, 2019). En la figura 3, se muestran las diferentes etapas de fructificación de la palmera datilera Mejhoul, desde la fecha de polinización (PD) el 10 de abril de 2017 hasta la fecha de cosecha realizada el 13 de octubre de 2017 en la Estación de Investigación de la Universidad de Jordania, Valle del Jordán.

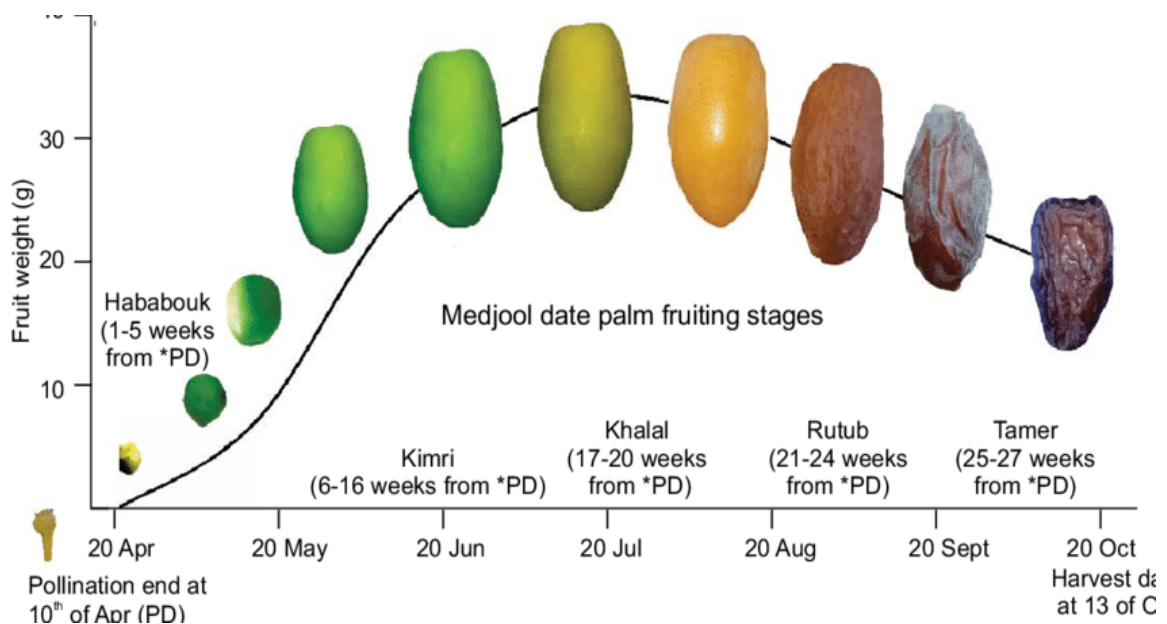


Figura 3. Proceso de maduración del dátil Mejhoul.

Fuente: Alhejjaj y Ayad, 2018.

4.2.1 Etapas de maduración

- Hababouk: Inicia una vez que el cultivo es polinizado, y llegan a tener una duración promedio de 4 a 5 semanas, se caracteriza por su color blanco y su pequeño tamaño (Blando, 2019).

- Kimri: Esta etapa comienza una vez que el fruto pasa de color blanco a verde, también es en esta etapa donde el fruto desarrolla el tamaño, peso y azúcares que llevara hasta su etapa final. Termina después de 16 a 18 semanas después de la polinización (Blando, 2019).
- Khalal: En el caso del dátil Mejhoul, esta etapa comienza una vez que el fruto pasa de color verde a amarillo, y es cuando el fruto comienza a perder gradualmente humedad, además de pasar por un proceso de transformación de sacarosa (azúcares reductores) a fructuosa y glucosa (azúcares invertidos), terminando a lo largo de 6 semanas (Blando, 2019).
- Rutab: Es en esta etapa cuando el fruto inicia la maduración. La etapa comienza cuando el fruto comienza a tornarse café, durando alrededor de 4 semanas (Blando, 2019).
- Tamar: En esta última etapa, el fruto ya cuenta con un nivel bajo de humedad y una alta dulzura, y se identifica con características en fruto como textura suave y arrugada, y un color café oscuro. Es en esta etapa donde el dátil llega a ser menos perecedero, siendo ideal para procesar y almacenar (Blando, 2019).

Como se puede observar en la figura 4, el dátil se compone por tres capas de pulpa y fibra conocidos como en Epicarpio, Mesocarpio, Endocarpio y su semilla (pepita o hueso), estas pueden distinguirse más fácilmente en la fase Tamar.

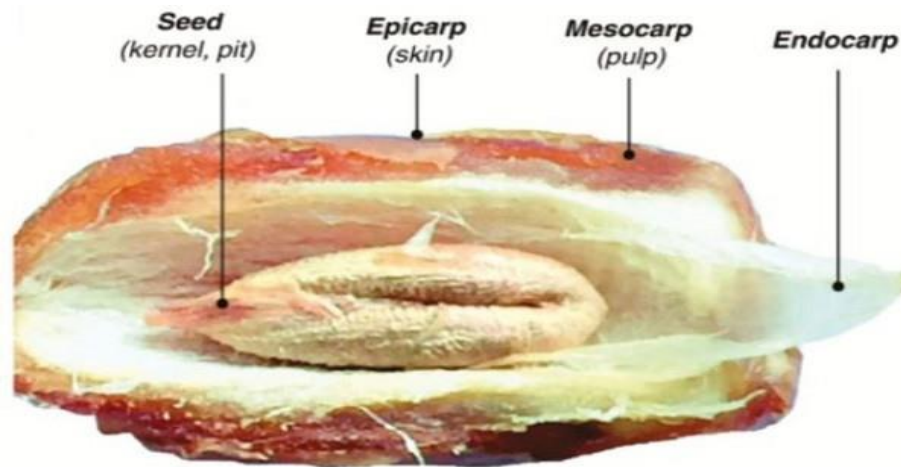


Figura 4. Anatomía del dátil en la fase Tamar.
Fuente: tomado de Shwyeh y Hussah, 2019.

Los dátiles se cosechan comúnmente cuando se encuentran en las etapas Rutab y Tamar, y una vez que es cosechado, realiza todos sus procesos metabólicos con las reservas acumuladas durante la etapa de producción en campo (Samaniego *et al.*, 2025). Algunos estudios mencionan que durante la etapa poscosecha, los productos hortofrutícolas son expuestos a factores intrínsecos y extrínsecos, que al interactuar con factores bióticos y abióticos pueden ocasionar daños al fruto (Samaniego *et al.*, 2025; Habibi *et al.*, 2024).

4.3. Daños que afectan la calidad del dátil

4.3.1. Daños físicos

El daño más común en el dátil es el desprendimiento de la piel, como se muestra en la Figura 5, se suele presentar antes de la maduración total del fruto, en las últimas fases de cambio de color, este se acentúa con condiciones de humedad relativamente elevada, este desprendimiento afecta la aparición visual, textura, comercialización del fruto (Urrutia *et al.*, 2017; García *et al.*, 2023). Otro inconveniente físico frecuente es la compactación excesiva de los racimos, que ocurre cuando hay un número elevado de frutos por hilo, esto causa presión entre los dátiles provocando deformaciones y alteraciones en

su forma natural, durante las etapas de recolección, transporte y empaque los frutos pueden verse afectados por golpes, cortes o compresiones mecánicas este daño puede derivar en pérdida de jugosidad, oxidación o deterioro acelerado, factores que compromete directamente su vida útil y en su calidad comercial (Contreras *et al.*, 2024). Las causas más comunes de daño físico del dátil son exceso de humedad y caída de las bolsas donde se cosecha debido a diferentes factores.



Figura 5. Daño físico de desprendimiento de piel en fruto de dátil.
Fuente: Wolfarth, 2025.

4.3.2. Daños químicos

Durante el proceso de limpieza de los frutos, el uso de agua con niveles inapropiados de pH puede causar deterioro en la piel del dátil esto debido a que puede debilitar la capa externa lo cual provoca la pérdida de mantener la humedad interna facilitando el agrietamiento o la separación de la piel también el agua excesivamente ácida ósea un pH muy bajo puede hacer que la cutícula disminuya su cohesión, provocando resequedad o pérdida de elasticidad (Zaid y Oihabi, 2022).

Uno de los principales problemas documentados en dátiles es la presencia de residuos de pesticidas, un estudio en Egipto, donde se procesaron 257 muestras de dátiles, encontraron que el 54.09% contenía residuos de

plaguicidas y que el 25.29% de esas muestras superan los límites máximos de residuos permitidos, lo que evidencia un riesgo tanto para la salud del consumidor como para la exportación de productos (Ahmed *et al.*, 2022). Además de estos residuos directos también se han documentado problemas asociados al uso de fumigantes y tratamientos poscosecha.

La oxidación de compuestos internos como fenoles antioxidantes y azúcares, la cual ocurre durante el almacenamiento y acelera el deterioro del fruto lo cual es considerado daño químico. En un estudio se observó que los dátiles sufren pérdidas de compuestos como los fenólicos y sufren reducciones de la actividad antioxidante lo que provoca cambios en color, sabor, y valor nutricional, por lo que se evaluó el uso de recubrimientos comestibles para la reducir daños en el fruto (Alqahtani *et al.*, 2025). Se demostró que la aplicación de emulsiones de aceites comestibles (jasmín camino negro, jojoba) en dátiles Medjool permitió retardar los cambios químicos internos y preservar la calidad durante el almacenamiento (Alqahtani *et al.*, 2025).

Otro daño químico que se puede llegar a dar son residuos de agroquímicos ya sean insecticidas o fungicidas y si no se realiza una limpieza adecuada o una dosis correcta o en otro posible caso medir mal los tiempos que dura la fumigación pueden llegar a quedar residuos que alteran las características del fruto lo cual puede llegar a representar un riesgo al consumidor (Zaid y Oihabi, 2022).

4.3.3. Daños biológicos

El cultivo de dátil está expuesto a agentes biológicos que impactan tanto la salud de la palma como la calidad del fruto. Como reportan Zaid y Oihabi (2022) y Salomón *et al.* (2024), a continuación, se enlistan los agentes biológicos más relevantes.

- El picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*), insecto que ataca el sistema vascular de la palma, debilitando su estructura y reduciendo su productividad (Ber Amor *et al.*, 2014).
- La mosca de la fruta, la cochinilla blanca, la polilla del dátil y el ácaro rojo, son plagas que afectan directamente al cultivo generando daños en la zona de la pulpa (Fig. 6), perforaciones y favoreciendo el ingreso de patógenos secundarios o insecto que se alimentan desde dentro del fruto del dátil y de su semilla (Urrutia *et al.*, 2017).
- Infecciones fúngicas, como la *Thielaviopsis punctulata*, generan lesiones oscuras en las hojas y cogollos, y aunque no impactan directamente al fruto si afectan la fisiología general de la palma (Morales *et al.*, 2023).
- La enfermedad de Bayoud (*Fusarium oxysporum* f. sp. albedinis), es una de las enfermedades más devastadoras para la palma datilera. Ataca el sistema radicular y el vascular lo cual provoca la muerte del ejemplar (Urrutia *et al.*, 2017; Contreras *et al.*, 2024).



Figura 6. Daños causados por insectos en fruto de dátil.
Fuente: elaboración propia.

4.4. Manejo poscosecha

4.4.1. Tecnologías para prolongar la vida de anaquel

Los alimentos son sistemas altamente dinámicos y multicomponentes, conformados por agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales y enzimas; al exponerse a agentes químicos y biológicos, son susceptibles a cambios físicos, enzimáticos e interacciones que influyen sobre el procesado, la calidad final y la vida de anaquel. Para garantizar la vida de anaquel de un alimento es fundamental utilizar materias primas de elevada calidad, conociendo sus características y requerimientos, y con ese conocimiento emplear tecnologías poscosecha a un determinado producto, para alargar su vida de anaquel. Las técnicas poscosecha, para frutas de consumo fresco, como el dátil, se fundamentan en la manipulación del ambiente que rodea al producto: temperatura, humedad, luz y atmósfera (Rodríguez *et al.*, 2021).

4.4.1.2. Atmósferas modificadas

El almacenamiento en atmósferas es una estrategia y una necesidad que se ha estudiado ampliamente para prolongar la vida útil y conservar la calidad poscosecha de frutos de dátil, especialmente de la variedad Mejhoul, una de las más valoradas a nivel comercial. Este método consiste en modificar la composición gaseosa que rodea el fruto reduciendo los niveles de oxígeno y aumentando las concentraciones de dióxido de carbono con el fin de realizar los procesos y minimizar el deterioro, en los dátiles Mejhoul es la reducción de la pérdida de agua y ablandamiento del fruto. Rai *et al.* (2002) demostraron que almacenar dátiles Mejhoul con bajo O₂ y alto CO₂, se disminuyó la tasa de respiración y se redujo la pérdida de peso en comparación con el almacenamiento en el aire normal, lo que permitió mantener una textura más firme durante periodos prolongados. Al-Qurashi *et al.* (2012), reportaron que el almacenamiento de dátiles Mejhoul en condiciones de 5% O₂ y 10% CO₂ inhibió el desarrollo de insectos y retrasó la aparición de hongos superficiales contribuyendo a la inocuidad y seguridad del fruto durante la comercialización.

En otro estudio, evidenciaron que el uso de atmósferas controladas con 20% de CO₂ ayuda a mantener la luminosidad y el color marrón brillante del fruto, evitando escurrimientos prematuros asociados a reacciones oxidativas (Abo-El-Saad *et al.*, 2021).

La modificación de atmósferas es una tecnología utilizada para extender la vida de anaquel que involucra la eliminación o adición de gases para crear un ambiente alrededor del producto diferente a la atmósfera ambiental (Yahia, 2009). Las principales técnicas utilizadas en la modificación de atmósferas son:

- Envasado en atmósfera modificada (AM): se utiliza en productos frescos o mínimamente procesados, y consiste en el desarrollo de una atmósfera modificada alrededor del producto mediante el uso de películas poliméricas permeable (Bodbodak y Moshfeghifar, 2016).
- Cámaras de atmósfera controlada (AC): consiste en la modificación por adición y monitoreo de gases en una atmósfera baja de oxígeno para complementar la acción del frío (Dalrymple, 1969; Yahia, 1995; Prange *et al.*, 2015).
- Inhibidores de etileno: existen compuestos químicos que se adicionan a las atmósferas para reducir el daño causado por etileno. En el mercado existen productos como el 1-metilcloropropeno (1-MCP), Amenoetoxivinil glicina (AVG), nitrato de plata, tiosulfato de plata, cicloheximida, y benzotiadiazol. El más utilizado comercialmente es el 1-MCP, en frutos climatéricos y no climatéricos, por su baja toxicidad y estabilidad a temperatura ambiente (Zhang *et al.*, 2012).

4.4.1.3. Recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles son compuestos que se aplican directamente sobre el producto que se pretende proteger, se aplican en forma líquida sobre

el alimento por inmersión en una solución de sustancias formadoras de una matriz estructural (carbohidratos, proteínas, lípidos, o mezclas de éstos) (Yousuf *et al.*, 2018).

En el caso de la palma datilera, se han utilizado algunas tecnologías de recubrimientos comestibles aplicadas a los dátiles, aplicando películas de nanocompuestos con nanoplata, se logró prolongar la vida de anaquel de los dátiles envasados, hasta 53 días a 4 °C utilizando un 5% (p/v) de polvo de nanoplata (Mousavi *et al.*, 2016). También se ha utilizado productos como cinamaldehído libre (CA) y portadores de lípidos nanoestructurados, así como recubrimientos comestibles con 3 cm³/L de nanoquitosano o 3 g/L de CaCl₂ han favorecido la vida de anaquel de los dátiles (Akhavan *et al.*, 2021; El-Gioushy *et al.*, 2022).

4.4.2. Tecnologías poscosecha en dátiles

Una adecuada gestión poscosecha es clave para conservar las propiedades organolépticas del dátil y asegurar su almacenamiento y distribución. Las principales prácticas para un buen manejo poscosecha son desinfección, secado o deshidratación, hidratación, enfriamiento, atmósfera modificada, recubrimiento comestible (Samaniego *et al.*, 2024). A continuación, se describen las principales actividades de manejo poscosecha para conservar la calidad del fruto del dátil:

- **Desinfección:** una vez que el fruto ya haya sido lavado, dichos frutos se someten a un tratamiento de desinfección mediante fumigación controlada en cámaras cerradas lo que permite eliminar plagas y sus huevos, reduciendo el riesgo de infestación durante el almacenamiento, otra manera de desinfectarlos es mediante alcohol, el cual se vierte en un recipiente y se sumergen dichos frutos y se dejan reposando durante un tiempo determinado (Zaid y Oihabi, 2022).

- Secado o deshidratación: dependiendo del nivel de humedad del dátil con el que se cosechen, los dátiles pueden ser sometidos a un secado al sol o en cámaras de secado con temperatura regulada, en algunos casos se permite que el fruto se deshidrate directamente en la palma para que alcance un contenido de humedad adecuado para su conservación como fruto seco (Samaniego *et al.*, 2024).
- Hidratación: cuando los dátiles suelen presentar una textura excesivamente seca, se aplican procesos de reincorporación de humedad, sumergiéndolos en agua tibia a temperaturas controladas. Esto mejora la suavidad del fruto lo cual hace que sea más atractivo al consumidor (Urrutia *et al.*, 2017; Gerónimo *et al.*, 2024).
- Enfriamiento: durante la fase de clasificación y envasado, los frutos deben mantenerse en condiciones de refrigeración constante, lo que permitiría retrasar la maduración y prevenir la proliferación microbiana (Samaniego *et al.*, 2024).
- Recubrimiento comestible: el recubrimiento es esencial para conservar la humedad y el buen aspecto visual del fruto de dátil (Zaid y Oihabi, 2022).

4.5. Madurez fisiológica del dátil

La madurez fisiológica es un estado de desarrollo del fruto que garantiza que éste alcanza la calidad mínima deseada para el consumidor final, el cual puede medirse con parámetros establecidos para cada cultivo (Alhejjaj y Ayad, 2018). Estos parámetros se conocen como índices de madurez que se utilizan para determinar si un producto tiene la calidad mínima requerida para la comercialización.

4.5.1. Índices de madurez del dátil

En el caso del dátil, que es un fruto con hueso no climatérico que se comercializa en semiseco, es decir, que se cosecha y consume en su etapa

de madurez Tamar donde el fruto tiene un porcentaje de humedad bajo, los índices de madurez medidos comúnmente para este cultivo son: tamaño, firmeza, color externo, contenido de azúcar y contenido de agua (Kader, 2011).

4.5.2. Actividad respiratoria del dátil

Los frutos se clasifican según su aumento en la respiración y la producción de etileno después de separarse de la planta, aquellos frutos con un aumento en la respiración se les conoce como frutos climatéricos; es decir que maduran después de la cosecha, y tienden a ablandarse y llegar a la senescencia mucho más rápido. Por otro lado, existen los frutos no climatéricos que se caracterizan por no presentar un aumento en respiración después de ser cosechados, es decir que una vez separados de la planta no continúan su maduración, por lo que tienden a degradarse más lento y son más duraderos en poscosecha, sin embargo, si presentan cambios de coloración (verde a amarillo o anaranjado) y ablandamiento, como un proceso de degradación de la pared celular (Martínez *et al.*, 2017).

El dátil es un fruto no climatérico, el cual debe cosecharse en su etapa final de maduración (Tamar), este se clasifica como un fruto semiseco, el cual tiene una velocidad de maduración $<5 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ a $5 \text{ }^\circ\text{C}$; siendo relativamente nulo a comparación de algunos otros frutos no climatéricos como los cítricos o la uva (Kader, 2011).

5. Metodología

5.1. Sitio de muestreo

Se realizó la colecta de dátiles de la variedad Mejhoul en etapa Routab y Tamar, en una plantación del Valle de Mexicali (Fig. 7), con palmas de 18-20 años, durante el ciclo productivo 2024. Los frutos fueron colocados en bolsas de plástico, etiquetados, mantenidos a 10 °C y trasladados al Laboratorio de Fisiología y Manejo Poscosecha y Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC) para su procesamiento.

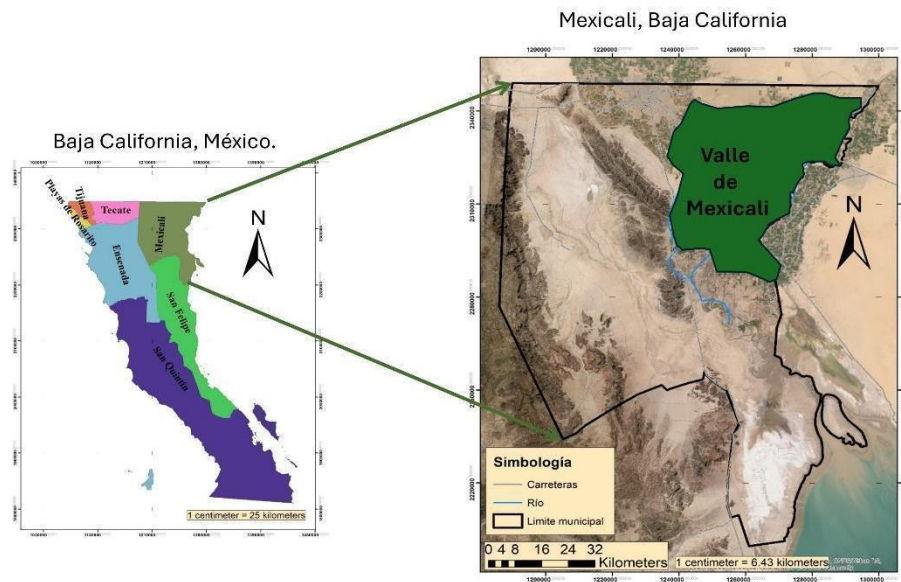


Figura 7. Microlocalización del Valle de Mexicali.

Fuente: elaboración propia

5.2. Material biológico

Los dátiles colectados fueron clasificados de acuerdo con la Norma de productos alimenticios para el consumo humano - dátiles- especificaciones (NMX-FF-117-SCFI-2012). Esta norma describe las características y defectos permitidos, los cuales fueron desprendimiento de piel (epicarpio), daños por aves, plagas y enfermedades. La clasificación por tamaño correspondió a la

establecida por esta norma para la variedad Mejhoul con hueso en 500 gramos: pequeño (36 a 45 dátiles), mediano (26-35), grande (menos de 26). Una vez que se clasificaron, fueron lavados con agua destilada, desinfectados utilizando hipoclorito de sodio a concentración 5% y secados a temperatura ambiente.

Cálculo para la concentración de hipoclorito de sodio para desinfección:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 (0.3) = (1000 \text{ ml}) (0.05)$$

$$V_1 = \frac{(1000 \text{ ml}) (0.05)}{(0.3)}$$

$$V_1 = 167 \text{ ml solución de hipoclorito de sodio}$$

$$V_{H_2O} = 833 \text{ ml de agua}$$

Posterior al secado, los frutos fueron agrupados por tratamientos, que incluyen a la atmósfera modificada (AM), al recubrimiento comestible (RC) y manejo convencional (MC) siendo: T1) MC + RC 25%; T2) MC + RC 50%; T3) AM + RC 25%; T4) AM + RC 50%; T5) MC; T6) AM; T7) RC 50%; T8) RC 25%; T0) Testigo absoluto manejo convencional (sin atmósfera ni recubrimiento). Posteriormente, los frutos fueron almacenados en el Laboratorio de Fisiología y Manejo Poscosecha de ICA-UABC en condiciones controladas de temperatura ($25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1^\circ$) y humedad relativa (30 - 40%) y mantenidos para su evaluación. Los muestreos se realizaron a los 0, 10 y 20 días después del tratamiento. Se realizaron análisis no destructivos (peso y tamaño) y destructivos (firmeza, contenido de sólidos solubles totales y contenido de humedad) para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados (Kader, 2011; AOAC, 1980).

- **Peso:** Los frutos fueron pesados utilizando una balanza analítica (Metler-Toledo 1000), el peso se registró en gramos.

- Tamaño: Los frutos fueron medidos, registrando dos mediciones por cada fruto largo (diámetro polar) y ancho (diámetro ecuatorial). Se utilizó un vernier digital (Electronic digital caliper) y se registraron los valores en centímetros.
- Firmeza: Se evaluó la firmeza de los frutos, en un texturómetro digital (Chatillon). Se colocó el fruto en la platina, y se registró el valor por lados equidistantes del fruto, con una sonda cilíndrica de 8 mm de diámetro, la penetración de la sonda en la pulpa del fruto fue de 3 mm \pm 1 mm, el dato obtenido se registró en kg/f (Ben-Amor *et al.*, 2016).
- Contenido de sólidos solubles totales: Los frutos fueron diseccionados y pesados en balanza analítica para obtener 1 g, colocados en mortero, adicionando 3 ml. de agua destilada y macerados, posteriormente se aforó a 10 ml. y se tomaron 500 ul con micropipeta para ser colocados en refractómetro (Reichert AR200TM). Las muestras se cuantificaron por triplicado y los valores se registraron en contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bx) (AOAC, 1980).
- Contenido de humedad: Se introdujeron frutos de dátil en una estufa de secado (Thelco), durante 24 h a 80 $^{\circ}$ C a los 0, 10 y 20 días después de la aplicación de los tratamientos con recubrimiento y atmósferas modificadas. El contenido de humedad se calculó conforme a lo reportado previamente:
 - % Humedad = (Peso fresco - Peso seco)

5.3. Atmósfera modificada

Se utilizaron dos tipos de empaques durante el almacenamiento de dátiles:

Empaque 1 - Contenedor tipo bisagra transparente - Manejo convencional. Se utilizó en empaque de plástico de 34 oz de forma rectangular con dimensiones de 12.5 L x 12.5 A x 6.5 H (cm), con una capacidad de 25 - 30 dátiles.

Empaque 2 - Charola envuelta en plástico film transparente - Atmósfera modificada. Se utilizó una charola plana de poliestireno de forma cuadrada con dimensiones de 15.2 L x 15.2 A (cm), para colocar los dátiles y posteriormente envueltos con la charola con plástico film transparente (Alsawmahi *et al.*, 2018; Aleid *et al.*, 2017).

5.4. Recubrimiento comestible

Clarity Vegshine es una cera líquida comercial utilizada en frutas y verduras que aplica una cubierta protectora para mejorar la presentación, y principalmente protegerlo de la deshidratación, otorgando un aumento en la vida de anaquel de los frutos. Su modo de acción consiste en formar una capa fina sobre la epidermis, permitiendo el intercambio de gases, y reducir la pérdida de peso. Esta capa protectora evita que el fruto respire de forma excesiva, evitando una maduración más rápida. Clarity Vegshine también protege al fruto de microorganismos que reducen la calidad, evitando el contacto entre la epidermis con las esporas de patógenos como *Botrytis* spp., *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp., dándole mayor tiempo de calidad y presentación al consumidor final (Ficha técnica en Anexos).

5.4.1. Dilución del recubrimiento comestible

El procedimiento de dilución del recubrimiento comestible consistió en una solución de agua con el recubrimiento en una mezcla total de 1000 ml y 500 ml, se realizaron dos mezclas con un porcentaje de recubrimiento, que fueron de 50% (500 ml) y 25% (250 ml) (Ghafoor *et al.*, 2022).

- Mezcla 1= 500 ml de agua + 500 ml de recubrimiento= 1000 ml de solución.
- Mezcla 2= 250 ml de agua + 250 ml de recubrimiento= 500 ml de solución.

5.5. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, donde la unidad experimental fue un dátil, y se evaluaron 6 palmas, siendo en total 54 frutos evaluados. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por Tukey con $p \leq 0.05$. Los datos fueron analizados en el programa estadístico IBM SPSS versión 17. Los resultados se expresaron como la media aritmética y el error estándar (E.S.), en el caso de los datos de firmeza, sólidos solubles totales, ancho y largo se transformaron con la raíz cuadrada, mientras que los datos de humedad se transformaron mediante el logaritmo base 10 para ajustar a criterios de normalidad.

6. Resultados

Se evaluó la aplicación de tecnologías poscosecha para mejorar la calidad de los dátiles variedad Mejhoul producidos en el Valle de Mexicali (Fig. 8 A), Baja California, México, donde se seleccionaron frutos (Fig- 8 B) y se aplicaron los diferentes tratamientos poscosecha (Fig. 8 C y 8 D)

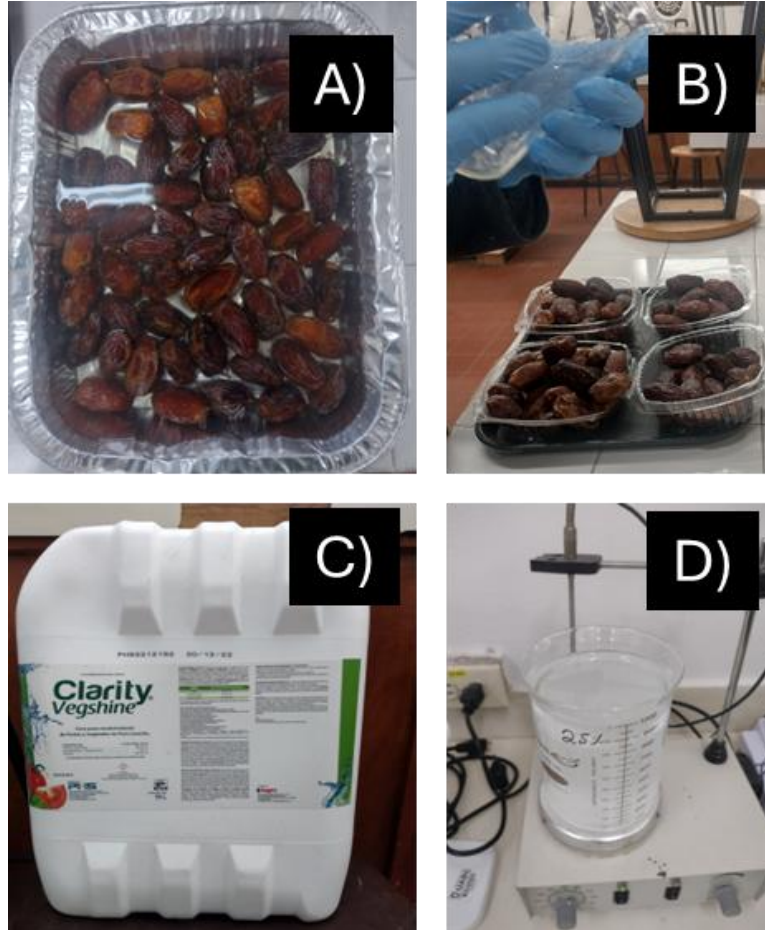


Figura 8. Tecnologías poscosecha para mejorar la calidad de dátiles. A) Lote de frutos producidos en Valle de Mexicali, BC.; B) Selección de frutos de acuerdo con la norma NMX-117; C) Recubrimiento comestible evaluado en dátiles; D) Recubrimiento comestible a concentración de 25%.

Fuente: elaboración propia.

A través de la evaluación, utilizando técnicas no destructivas y destructivas, se observó el efecto de estas tecnologías en algunas características fisicoquímicas del fruto (Figura 9).

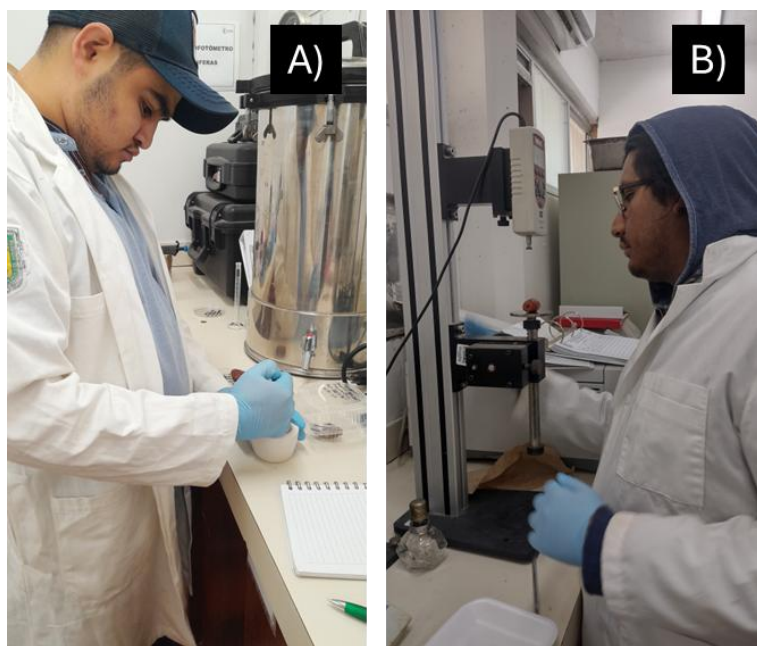


Figura 9. Determinación de características fisicoquímicas de calidad en dátiles. A) Procesamiento de muestras en medición de sólidos solubles totales; B) evaluación de firmeza.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se realizaron los análisis y se elaboraron gráficos de comparación de medias de las variables evaluadas, con el propósito de observar las diferencias de cada tratamiento a lo largo de los tres periodos de muestreo. Y de esta manera poder observar qué tratamiento conserva y/o mejora la variable que se está midiendo.

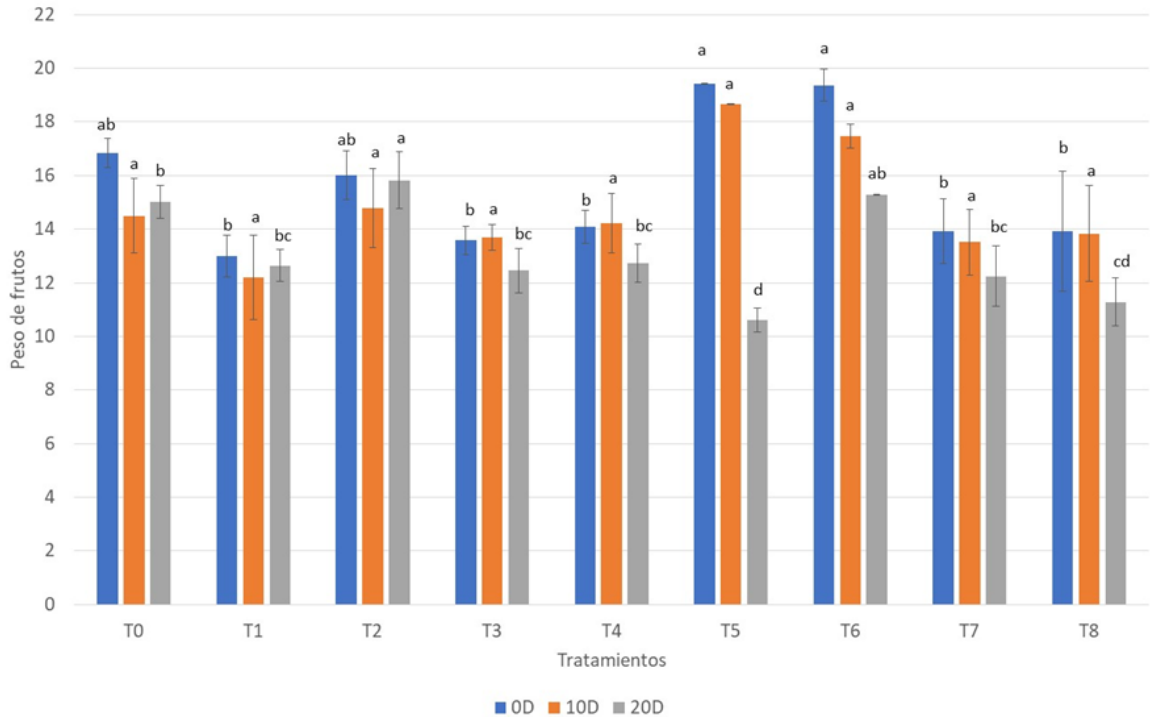


Figura 10. Comparación de medias del peso de fruto a través del tiempo.

Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$).

Tratamientos poscosecha con diferentes tipos de empaque y recubrimientos: T0: tratamiento testigo, T1: caja de plástico con 25% de recubrimiento vegetal, T2: caja de plástico con 50% de recubrimiento comercial, T3: envoltura de película plástica y 25% recubrimiento comercial, T4: envoltura de película plástica y 50% recubrimiento comercial, T5: caja sin recubrimiento comercial, T6: envoltura de película plástica sin recubrimiento, T7: frutos de dátil con 50% de recubrimiento comercial, T8: frutos de dátil con 25% de recubrimiento comercial. Media \pm ES.

Fuente: elaboración propia.

Se observó una tendencia a la disminución de peso de frutos conforme avanzó el tiempo de almacenamiento, representado en la Figura 10. La mayor variación entre los tratamientos se observó a los 20 días de almacenamiento, donde se observaron diferencias significativas en el peso de frutos, donde los

dátiles tratados con AM + 50% de recubrimiento (T2 y aquellas con solo AM (T6)) tuvieron una menor pérdida de peso, mientras que los tratamientos donde se utilizó únicamente MC (T5) y 25% de recubrimiento (T8) tuvieron una mayor pérdida de peso.

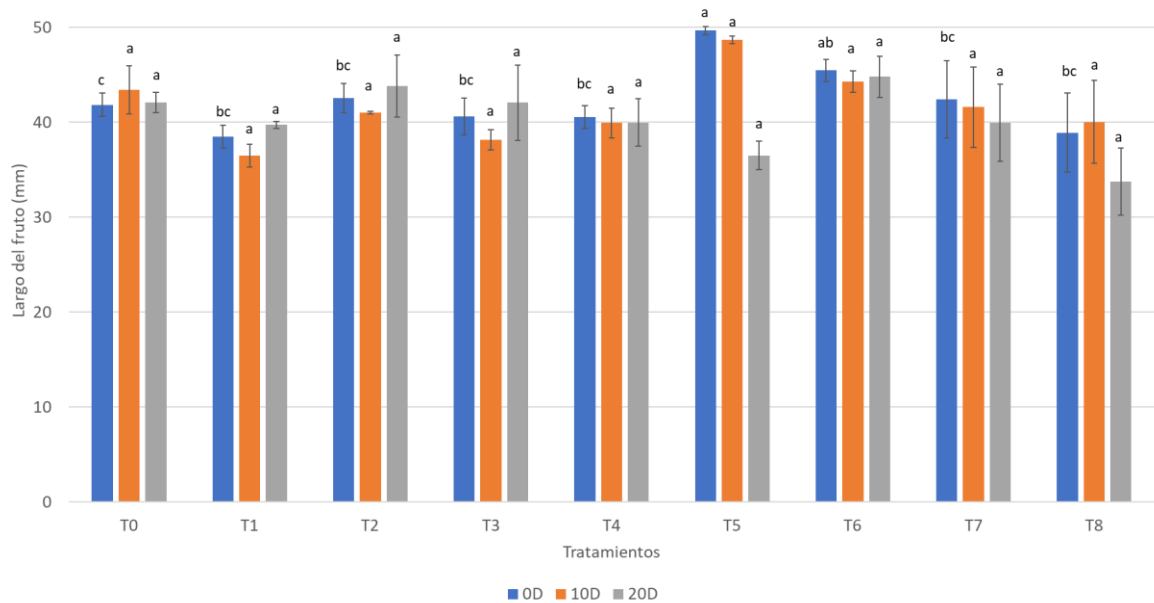


Figura 11. Comparación de medias de largo de fruto a través del tiempo. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). Tratamientos poscosecha procedentes de diferentes tipos de empaque y recubrimientos. T0: tratamiento testigo, T1: caja de plástico con 25% de recubrimiento vegetal, T2: caja de plástico con 50% de recubrimiento comercial, T3: envoltura de película plástica y 25% recubrimiento comercial, T4: envoltura de película plástica y 50% recubrimiento comercial, T5: caja sin recubrimiento comercial, T6: envoltura de película plástica sin recubrimiento, T7: frutos de dátil con 50% de recubrimiento comercial, T8: frutos de dátil con 25% de recubrimiento comercial. Media \pm ES.

Fuente: elaboración propia.

Se llegó a observar cómo a través del tiempo de almacenamiento hubo ligeras disminuciones e incrementos en lo que es el largo del fruto (Fig.11). La variación más observable fue después de los 20 días de almacenaje. En donde se observaron que las disminuciones del largo no fueron tan altas, siendo muy similares entre los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento de la caja sin RC (T5) y el tratamiento del 25% de RC (T8) fueron los que mostraron la mayor disminución de esta variable, mientras que el tratamiento de AM + 50% de RC (T4), así como los demás en donde se utilizó película plástica (T6) y recubrimiento al 50% (T7), mostró la menor disminución en el largo del fruto.

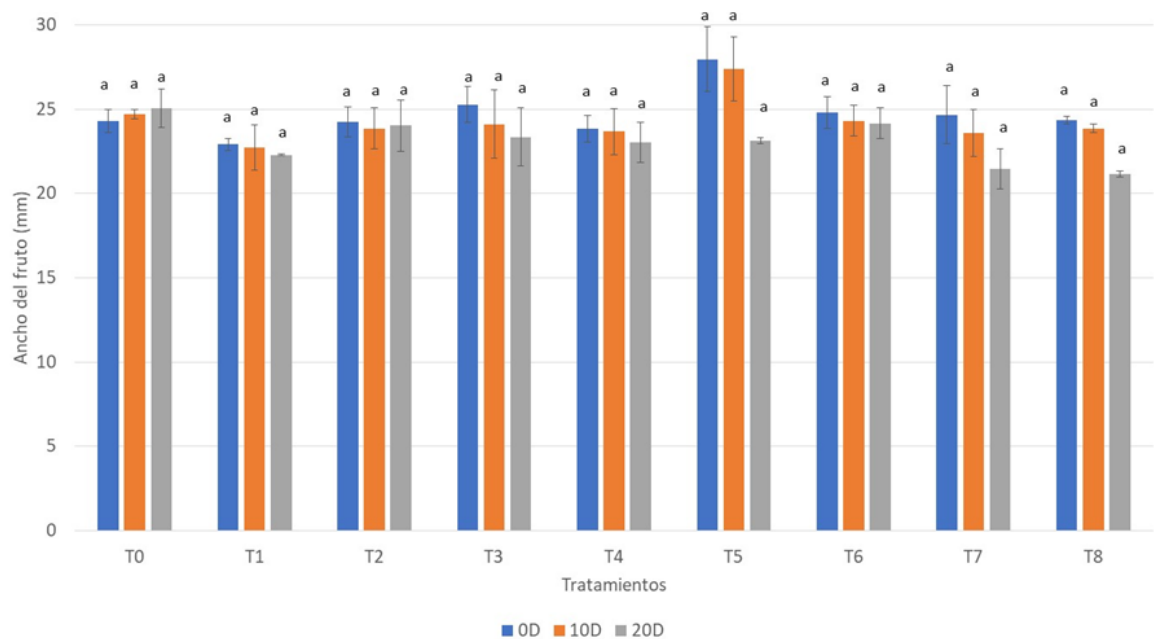


Figura 12. Comparación de medias de ancho de fruto a través del tiempo. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). Tratamientos poscosecha procedentes de diferentes tipos de empaque y recubrimientos. T0: tratamiento testigo, T1: caja de plástico con 25% de recubrimiento vegetal, T2: caja de plástico con 50% de recubrimiento comercial, T3: envoltura de película plástica y 25% recubrimiento comercial, T4: envoltura de película plástica y 50% recubrimiento comercial, T5: caja sin

recubrimiento comercial, T6: envoltura de película plástica sin recubrimiento, T7: frutos de dátil con 50% de recubrimiento comercial, T8: frutos de dátil con 25% de recubrimiento comercial. Media \pm ES.

Fuente: elaboración propia.

Se observó una ligera disminución del ancho del fruto a través del tiempo de almacenamiento (Fig. 12). La tendencia en la disminución fue más observable a los 20 días de almacenaje. Sin embargo, las disminuciones no se consideraron tan altas comparando los periodos de tiempo, por lo que no se observó algún resultado significativo. De igual manera el tratamiento de la caja sin RC (T5) mostró la mayor disminución en los datos.

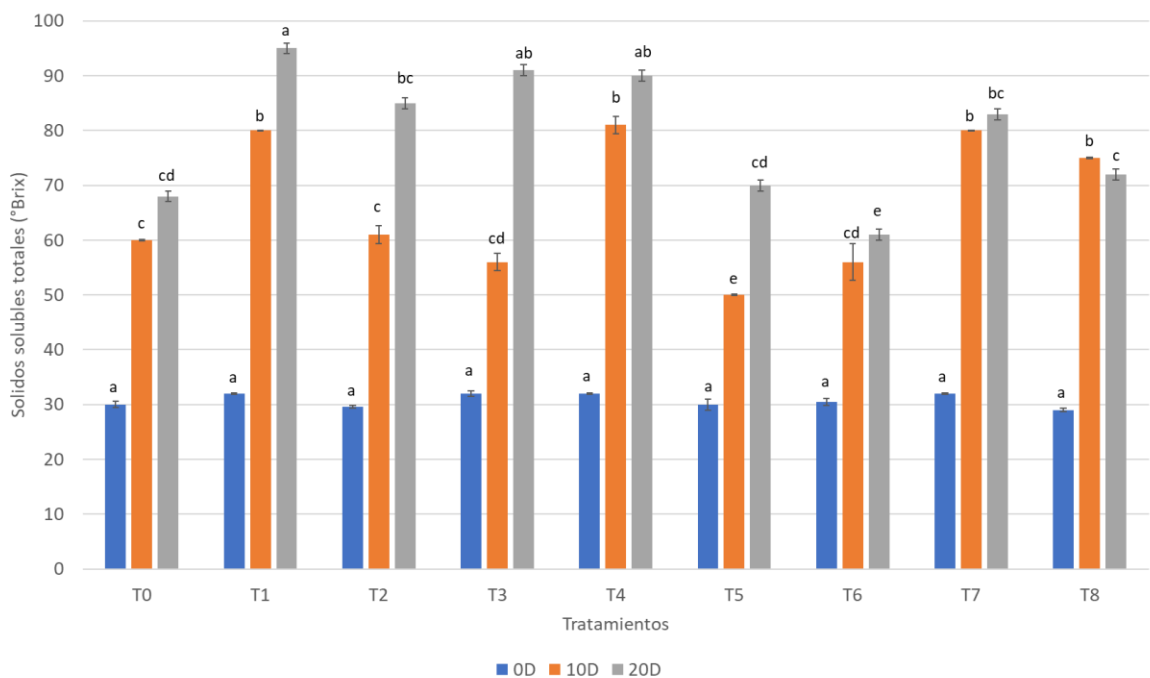


Figura 13. Comparación de medias de contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en frutos a través del tiempo.

Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$).

Tratamientos poscosecha procedentes de diferentes tipos de empaque y recubrimientos. T0: tratamiento testigo, T1: caja de plástico con 25% de

recubrimiento vegetal, T2: caja de plástico con 50% de recubrimiento comercial, T3: envoltura de película plástica y 25% recubrimiento comercial, T4: envoltura de película plástica y 50% recubrimiento comercial, T5: caja sin recubrimiento comercial, T6: envoltura de película plástica sin recubrimiento, T7: frutos de dátil con 50% de recubrimiento comercial, T8: frutos de dátil con 25% de recubrimiento comercial. Media \pm ES.

Fuente: elaboración propia.

Se llegaron a observar tendencias en el aumento de los contenidos de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bx) a través del tiempo de almacenamiento (Fig. 13). El incremento en los azúcares fue más significativo entre los 10 a 20 días de almacenamiento. Las mayores tendencias de aumento se mostraron en los tratamientos en los que se combinaron las dos tecnologías poscosecha (T1, T2, T3, T4), mientras que, en los tratamientos con tecnologías separadas, el tratamiento de caja sin RC (T5) mostró un mayor incremento en los azúcares, a diferencia de los tratamientos de película plástica sin RC (T6) y recubrimientos a 50% (T7) y 25% (T8) quienes tuvieron incrementos similares entre los últimos 10 días de almacenamiento.

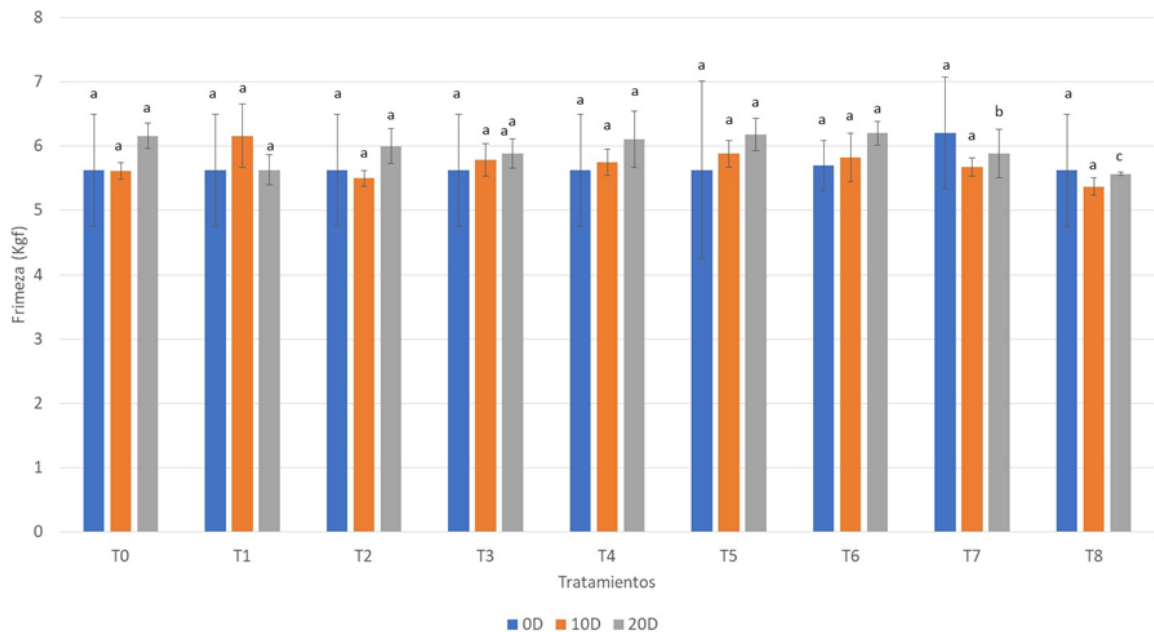


Figura 14. Comparación de medias de firmeza de frutos a través del tiempo. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) Tratamientos poscosecha procedentes de diferentes tipos de empaque y recubrimientos: T0: tratamiento testigo, T1: caja de plástico con 25% de recubrimiento vegetal, T2: caja de plástico con 50% de recubrimiento comercial, T3: envoltura de película plástica y 25% recubrimiento comercial, T4: envoltura de película plástica y 50% recubrimiento comercial, T5: caja sin recubrimiento comercial, T6: envoltura de película plástica sin recubrimiento, T7: frutos de dátil con 50% de recubrimiento comercial, T8: frutos de dátil con 25% de recubrimiento comercial. Media \pm ES.

Fuente: elaboración propia.

Se llegaron a observar tendencias en el incremento de la firmeza del fruto a través del tiempo de almacenamiento (Fig. 14). El incremento de variabilidad fue más visible a los 20 días de almacenamiento. Al final los datos obtenidos fueron homogéneos comparando los tratamientos, por lo que no fueron tan significativos. Sin embargo, en los tratamientos de recubrimiento de 50% (T7) y 25% (T8), se observó ablandamiento del fruto.

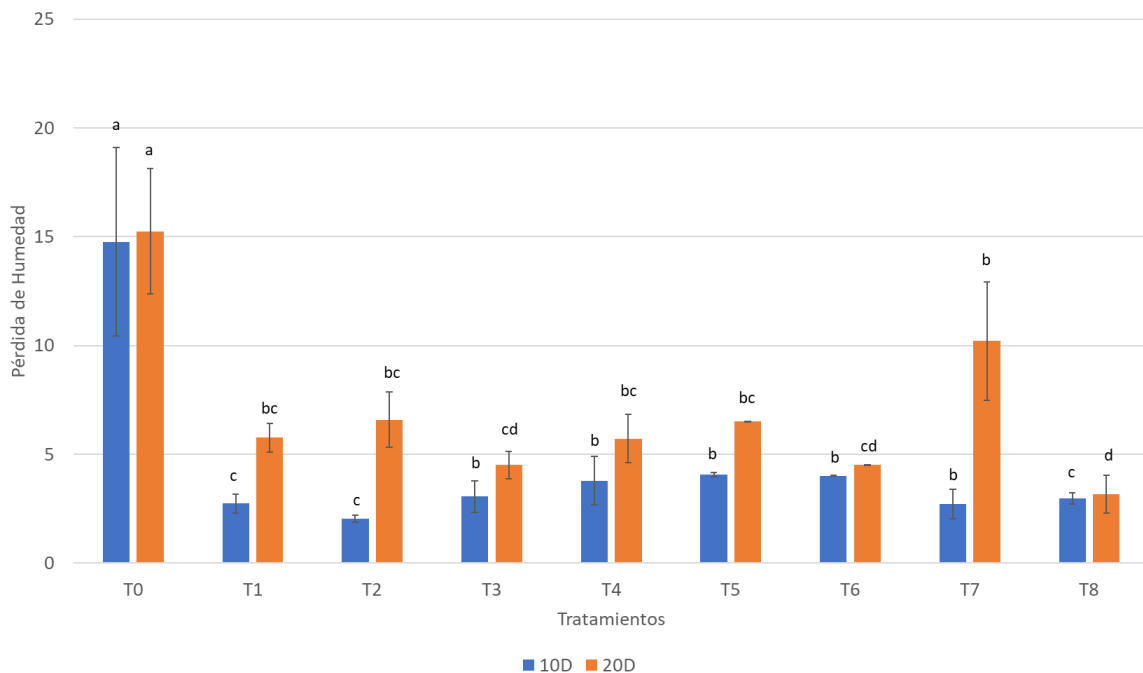


Figura 15. Análisis del porcentaje de pérdida de humedad en frutos de dátil. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). Tratamientos poscosecha procedentes de diferentes tipos de empaque y recubrimientos: T0: tratamiento testigo, T1: caja de plástico con 25% de recubrimiento comercial, T2: caja de plástico con 50% de recubrimiento comercial, T3: envoltura de película plástica y 25% recubrimiento comercial, T4: envoltura de película plástica y 50% recubrimiento comercial, T5: caja sin recubrimiento comercial, T6: envoltura de película plástica sin recubrimiento, T7: frutos de dátil con 50% de recubrimiento comercial, T8: frutos de dátil con 25% de recubrimiento comercial. Media \pm ES.

Fuente: elaboración propia.

Se observó la pérdida de humedad relativa en los frutos a través del tiempo de almacenamiento (Fig. 15). La mayor pérdida de humedad entre tratamientos se observó a los 20 días de almacenamiento, entre los cuales la mayor pérdida se observó en el tratamiento testigo (T0), así como los tratamientos de caja (T5) y 50% de RC (T7), y los demás tratamientos en los que se aplicó esta tecnología (T1 y T2), mientras que en donde se observó menor pérdida de

humedad fueron los tratamientos de envoltura plástica (T6) y 25% de RC (T8), incluyendo los tratamientos en donde se usaron estas tecnologías que mostraron resultados favorables en la reducción de la pérdida de humedad (T3 y T4).

6.1. Atmósfera modificada

Las tecnologías poscosecha se aplican a los productos hortofrutícolas para mejorar las características de calidad durante el almacenamiento, como parte de la cadena de suministro de alimentos. De acuerdo con este estudio, en el caso de las atmósferas modificadas, los datos obtenidos indicaron que el uso de estas tecnologías en la poscosecha si tienen un efecto en la calidad del fruto, y es que como se vio en las gráficas, los tratamientos con empaque tuvieron diferencias menores entre los tres periodos de tiempo, lo que quiere decir que el efecto de la atmósfera si disminuye la pérdida de características. Particularmente, en nuestro estudio, en el caso del peso y tamaño, los tratamientos de film+RC50% y caja aplicados a los frutos, lograron un mayor peso de los mismos a través del tiempo. Lo anterior sugiere que el empaque de la charola envuelta en film transparente con recubrimiento comercial al 50%, el cual mostró resultados muy favorables en cada gráfica, puede ser una alternativa para el manejo del producto durante el almacenamiento. En resumen, el manejo convencional acelera la maduración del fruto, provocando mayor pérdida de peso, tamaño y humedad, aumentando el azúcar y la firmeza del dátil; mientras que la atmósfera modificada mostró disminución en la pérdida de peso, tamaño y humedad, haciendo más lenta la creación de azúcares y conservación de firmeza.

El film transparente tiene un efecto de adhesivo sobre los materiales, lo que ayuda a crear empaques con atmósferas reducidas para los alimentos, teniendo de esta manera una reducción de oxígeno (O₂) dentro del empaque, lo que disminuye la maduración. Pero el dátil es un fruto de respiración muy

baja, por lo que ese efecto no es contribuyente, lo que si favorece al dátil es la capacidad de retención de temperatura y humedad del film, además de protección contra factores externos (olores, contaminación cruzada, congelación, luz UV, microorganismos patógenos al ser humano, fitopatógenos, etc.), recreando una atmósfera en la que el dátil no pierda humedad de forma excesiva.

6.2. Recubrimiento comestible

En el caso del recubrimiento comestible se hizo una comparación de los tratamientos 7 y 8, que son a los que solamente se les aplicó recubrimiento en dosis diferentes, y después de observar los resultados de cada gráfica, se determinó que el uso de recubrimiento tuvo un efecto positivo sobre las características del dátil, contribuyendo en la conservación del peso y tamaño de los dátiles; también se observó como en el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) entre los 10 y 20 días los dátiles de los T7 y T8 no tuvieron un incremento significativo en sus azúcares lo que se relaciona con la baja pérdida de peso.

Se aplicaron dos dosis de recubrimiento, la primera fue de 50% (500 ml RC) y 25% (250 ml RC), a nuestro criterio podemos decir que la dosis de 50% tuvo resultados muy favorecedores, aunque los resultados de la dosis de 25% mostraron resultados similares por lo también pueden considerarse una buena opción, que implica un menor uso del producto comercial, sobre todo si se combina con alguna otra tecnología, como la atmósfera modificada.

El recubrimiento utilizado actúa formando una capa fina sobre el dátil que evita que el dátil pierda peso y reduzca su tamaño, también evita que el fruto se deshidrate muy rápido, y aunque el fruto es más dulce mientras más agua pierda, esto los hace más rígidos y tener una mala presentación para el consumidor, además de una vida más corta.

7. Discusión

A lo largo de la historia, el ser humano ha cubierto una de sus necesidades más fundamentales a través de la ingesta de alimentos de origen animal y origen vegetal, siendo los alimentos hortofrutícolas los que encabezan la producción a nivel mundial. Sin embargo, una de las características principales de estos productos hortofrutícolas, es su corta vida de anaquel, la cual ocasiona altas pérdidas de calidad y el desperdicio de alimentos durante la etapa de poscosecha, para solucionar este problema se desarrollaron diferentes técnicas y procesos para mejorar la vida de anaquel de los productos hortofrutícolas, los cuales se basan en el control de factores que afectan la fisiología de los frutos (Kader, 2011). El papel de estas técnicas es el de mantener los alimentos frescos y en óptimas condiciones nutricionales y comerciales (Samaniego *et al.*, 2024). Con el paso del tiempo se han desarrollado técnicas para mejorar y conservar la calidad de los alimentos, además de estudiar los efectos que estos causan en los alimentos y los factores externos que afectan al fruto.

Durante la aplicación de los tratamientos y almacenamiento de los dátiles, estos se mantuvieron a temperaturas alrededor de 25 °C y humedades ambientales entre un rango de 30% a 46%, aunque otros autores recomiendan temperaturas más bajas, como de 5 °C a 10 °C si se almacenan por corto tiempo, o si será por periodos largos se recomiendan de -18 °C a -25 °C (Zaid y Oihabi, 2022). En la región del Valle de Mexicali, estas son temperaturas para el almacenamiento en poscosecha, y la temperatura a la que almacenamos los dátiles en este estudio, es normalmente a la que estos se exponen una vez distribuidos después de la cosecha, que normalmente se hace en los meses de agosto a noviembre. Según diversos estudios, la temperatura es sin duda el principal factor ambiental que afecta la conservación de los alimentos durante el almacenamiento y la comercialización, y es porque todas las alteraciones que sean biológicas o

fisicoquímicas presentan transformaciones que varían según la temperatura del fruto (Atencia, 1996). Un ejemplo de este tipo de transformaciones que causa la temperatura es el que se presentó en un estudio realizado, en el que su análisis de azúcares básicos (fructosa, glucosa y sacarosa) en las frutas mostró un fuerte aumento de fructosa y glucosa y una disminución de sacarosa en sus dátiles Barhi hasta el final del período de almacenamiento congelado lo que demostró una adaptación del fruto por sobrevivir ante temperaturas bajo 0° (Alhamdan *et al.*, 2018). Esta información anterior coincide con nuestro estudio, en el que se observó un efecto de la aplicación de las tecnologías a través del tiempo en almacenamiento sobre el contenido de azúcares totales en dátil (Figura 13). Algunos estudios mencionan que los azúcares de los frutos son importantes en la vida de anaquel y el contenido nutricional de los frutos (Alhamdan *et al.*, 2018; Kader, 2011).

El tiempo de almacenamiento es un factor que puede causar grandes pérdidas en la poscosecha, se ha hablado sobre cómo la temperatura y la humedad pueden cambiar dependiendo del tiempo que se almacenen, al igual este tiempo depende de las características intrínsecas del fruto para soportar temperaturas y humedades, según estudios el dátil es capaz de soportar bajas temperaturas y humedades mayormente altas, dando como resultado que puedan almacenarse por casi un año (Zaid y Oihabi, 2022). Gracias a estas investigaciones se ha comprobado que el control de la temperatura es una de las herramientas principales para reducir el deterioro postcosecha: las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los productos perecederos, y de igual forma el mantenimiento de una humedad relativa adecuada durante el almacenamiento es otro de los aspectos claves para mantener la calidad durante la postcosecha, y es que un alto contenido de humedad daña al fruto, y un bajo contenido lleva al fruto a secarse, dejando de ser atractivo para su consumo (Kader, 2011; Alhamdan *et al.*, 2018; Torres *et al.*, 2017). La pérdida de agua

o deshidratación no solamente significa la disminución del peso fresco sino también afecta la apariencia, la textura, el peso fresco del producto y en algunos casos el sabor (Aleid y Saikhan, 2017). La pérdida de crocancia y turgencia están directamente asociadas a la sensación de fresca o de recién cosechadas que son apreciadas por todos los consumidores (López, 2003).

Diversos estudios han demostrado que el uso de atmósfera modificada (AM) trae consigo beneficios y perjuicios para la calidad de alimentos, los cuales dependen del producto, variedad, tipo de cultivo, estado fisiológico inicial, composición de la atmósfera, temperatura, humedad relativa y duración del almacenamiento, lo que explica los diferentes resultados obtenidos para un mismo producto (Aleid y Saikhan, 2017). Esta técnica de atmósfera modificada suele usarse en conjunto con la refrigeración en aire, lo que aumenta la eficiencia en la calidad del producto (Alsawmahi *et al.*, 2018). Aunque la diferencia entre los beneficios y perjuicios es menor, incluso un determinado efecto favorable, como una atmósfera eficaz contra insectos u hongos, puede perjudicar al órgano vegetal (Baloch *et al.*, 2006). Aunque de igual manera, existen más beneficios que perjuicios que proporciona el uso de AM, entre los cuales son: disminución de la actividad respiratoria y del calor desprendido en la respiración, Mayor duración de la conservación, disminución del proceso de maduración, disminución de algunos daños por frío (“corazón rosáceo”, escaldadura blanda, etc) y de senescencia, menor desarrollo de algunos hongos fitopatógenos (Calero, 2006). Algunos estudios reportan el uso de AM en almacenamiento de dátil, como alternativas para mejorar su vida de anaquel (Baloch *et al.*, 2006). En este sentido, un estudio en el que se evaluó el impacto de la atmósfera modificada en la preservación del dátil, se concluye que el uso de atmósferas modificadas con altas concentraciones de CO₂ y bajas concentraciones de O₂ inhibe la proliferación de mohos, levaduras e insectos, e incluso promueve su reducción, y mantiene la calidad de los dátiles a bajas temperaturas comparando con nuestro trabajo en que se obtuvieron

buenos resultados en la calidad de dátil en atmósfera modificada a temperatura ambiente, y al menos visualmente no presentaron patógenos durante el almacenamiento (Dehghan-Shoar *et al.*, 2010).

Como segunda tecnología poscosecha se utilizó recubrimiento comestible (RC). Un RC es un material de envoltura (empaquete) delgado empleado en la industria de alimentos y que puede ser consumido como parte del mismo, debido a que proviene de polímeros biodegradables, no tóxicos de grado alimenticio y que ayudan a incrementar la calidad de los alimentos durante su conservación (Fernández *et al.*, 2015). Dichos recubrimientos al controlar transferencia de humedad, gases, y compuestos volátiles, mejoran la integridad y la calidad de los alimentos, además de prolongar su vida poscosecha (Ghafoor *et al.*, 2022). Los RC pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de polisacáridos, proteínas y lípidos, solos o en combinaciones, dichas formulaciones pueden incluir, conjuntamente plastificantes y emulsificantes de naturaleza química que mejoran las propiedades del recubrimiento (Rodríguez *et al.*, 2021). Los polisacáridos y proteínas forman una red de moléculas que crean una barrera a los gases, retardando la respiración y envejecimiento de los frutos. Los lípidos son hidrofóbicos, lo que ayuda a formar una barrera contra la humedad, que ayuda a reducir la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y la apariencia de muchos de los alimentos (Fernández *et al.*, 2015). Particularmente, en nuestro estudio, en el caso del peso y tamaño, los resultados muestran que los tratamientos de film+RC50% y caja aplicados a los frutos, mejoraron las características de peso y tamaño. Esto coincide con otros estudios, que mencionan que el uso de empaques influye en las características de calidad del dátil, especialmente en la etapa de transporte, en donde se observó que el uso de empaques inadecuados disminuye la calidad de forma y tamaño (López *et al.*, 2025). El mecanismo por el cual los recubrimientos conservan la calidad de frutas y vegetales es

debido a que crean una barrera física a los gases, permitiendo modificar la atmósfera interna de la fruta y de esta manera reducir la transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, y compuestos de sabor en alimentos para retardar la maduración y la senescencia (Alotaibi *et al.*, 2024; Fernández *et al.*, 2015). Por lo anterior, se considera que las tecnologías poscosecha, como las atmósferas modificadas y el recubrimiento comestible, son una alternativa para mejorar la calidad de los dátiles Mejhoul durante el almacenamiento.

8. Conclusiones

Se aplicaron dos tecnologías poscosecha, la primera fue una atmósfera modificada en donde se utilizó una caja de plástico que causó un efecto de mayor pérdida humedad que disminuye el peso y tamaño de los dátiles, e incrementó el azúcar y firmeza de los frutos. La siguiente atmósfera modificada fue una envoltura plástica que causó un efecto de reducción de pérdida de humedad de los frutos, causando una menor pérdida de peso y tamaño, y un menor incremento en azúcares y firmeza de los frutos.

Para la segunda tecnología poscosecha, se aplicó recubrimiento comercial en dos dosis, 25% y 50%, los cuales mostraron un efecto de disminución en pérdida de humedad, causando una menor pérdida de peso y tamaño, así como un menor incremento en azúcares y firmeza de los frutos; la dosis que según los datos obtenidos es mejor, podría ser la de 25% que mostró un efecto similar a la del 50%, por lo que no sería necesario un mayor uso de recubrimiento para conservar la calidad del fruto.

Un uso recomendado para los resultados obtenidos durante el estudio, es que si se busca retener la mayor humedad posible del fruto, ya sea si planea distribuir por largo periodo o si se busca almacenar por más tiempo, el uso de una envoltura plástica (AM) con aplicación de recubrimiento comercial sería más recomendable por su efecto de reducción en la respiración del fruto que causa una conservación más larga de sus características fisicoquímicas, y el mejor tratamiento sería el de AM+25% RC (T3).

Por otra parte si se busca mejorar la presentación del dátil, ya sea si se quiere reducir la humedad de forma lenta y no tan brusca, y/o aumentar el azúcar rápidamente para su comercialización, el uso de la caja de plástico (MC) sería lo recomendable según los resultados obtenidos, que mostraron una rápida maduración de los fruto, mencionando el alto contenido azúcar en el empaque, esta tecnología también puede mezclarse con recubrimiento para mejorar la presentación visual del producto, además de brindar protección contra

microorganismos, y el mejor tratamiento para esto sería el de Caja+25% RC. En conclusión, se puede observar que los efectos de las atmósferas modificadas y el recubrimiento comestible mostraron un mejoramiento en la conservación de calidad de los dátiles Mejhoul.

9. Literatura Citada

- Ahmed, E. H., Abd El Megeed, M. E., El Marsafy, A. M., & Dahroug, S. A. (2022). Monitoring of pesticide residues in dates produced from different areas of Egypt. *Journal of Environmental Science*, 51(11), 93-118.
- Rai, D. R., Oberoi, H. S., & Bangali Baboo, B. B. (2002). Modified atmosphere packaging and its effect on quality and shelf life of fruits and vegetables: An overview. *International Journal of Food Science*.
- Aleid, S. M., & Saikhan, M. S. A. L. (2017). Effect of permeable modified atmosphere packaging on quality and shelf life of fresh Khenazy dates stored at low temperature. *Journal of Food and Nutrition Research*5, 503-509.
- Alhamdan, A., Hassan, B., Alkahtani, H., Abdelkarim, D., & Younis, M. (2018). Cryogenic freezing of fresh date fruits for quality preservation during frozen storage. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(1), 9-16.
- Alhejjaj, H., & Ayad, J. (2018). Effect of foliar boron applications on yield and quality of Mejhoul date palm. *Journal of Applied Horticulture*, 20 (3), 182–189. <https://doi.org/10.37855/jah.2018.v20i03.32> (<https://doi.org/10.37855/jah.2018.v20i03.32>)
- Alotaibi, M. M., Alsubeie, M. S., Almuziny, M., Alghamdi, S. A., M. Alzuaibr, F., Alasmari, A., Albalawi, B. F., Ismail, K. A., Khalifa, S. M., Dawood, A. S., Shahda, M. A., Ahmed, A. F., & Awad-Allah, M. M. A. (2024). Preserving Postharvest Quality of Medjool Date Palm Fruits by Edible Oil Emulsions Application. *Sustainability*, 16(13), 5528. <https://doi.org/10.3390/su16135528>

- Alqahtani, N. K., Ali, S. A., & Alnemr, T. M. (2025). Quality preservation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at the Khalal stage: a review on current challenges, preservation methods, and future trends. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1558985.
- Al-Qurashi, A. D., Awad, M. A., Mohamed, S. A. (2012). Modified atmosphere packaging and low temperature storage of Medjool dates. *Postharvest Biology and Technology*, 67, 16-23.
- Alsawmahi, O. N., Al-Juhaimi, F. Y., Alhamdan, A. M., Ghafoor, K., Mohamed Ahmed, I. A., Hassan, B. H., Ehmed, K. A., Abdelkarim, D., Younis, M., Alashmawe, N., & Adiamo, O. Q. (2018). Enzyme activity, sugar composition, microbial growth and texture of fresh Barhi dates as affected by modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 55(11), 4492-4504.
- Al-Shwyeh, H. A. (2019). Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit as potential antioxidant and antimicrobial agents. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 11*(1), 1–11. [https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_168_18](https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_168_18)
- Antillón Valdez, N. A., Olivas García, J. M., Carrillo Soltero, M. E., Guerrero Morales, S., & Luján Álvarez, C. (2025). Factibilidad para la producción y comercialización del dátil Mejhoul en Chihuahua. *Revista TRACE*, (87), 149–180. <https://doi.org/10.22134/trace.87.2025.914>
- AOAC. (1980). *Official methods of analysis* (13th ed.). Association of Official Analytical Chemists.

- Atencia, E. E. (1996). Evaluación de la vida útil de los alimentos (Shelf life): Efecto de la temperatura. *Ciencia & Desarrollo*, (4), 90–94.
- Baloch, M. K., Saleem, S. A., Baloch, A. K., & Baloch, W. A. (2006). Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. *LWT-food Science and Technology*, 39(6), 671-676.
- Ben-Amor, R., Habib, M., & Aguayo, E. (2016). Hot water treatments combined with cold storage as a tool for *Ectomyelois ceratoniae* mortality and maintenance of Deglet Noor palm date quality. *Postharvest Biology and Technology*, 112, 247–255.
- Blando Briceño, L. F. (2019). Determinación de parámetros para procesos poscosecha de dátil Mejhoul. Tesis de licenciatura, CETYS Universidad. Repositorio CETYS. <https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1217>](<https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1217>)
- Calero, F. A. (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), 61–85.
- Contreras Espinoza, J. E., Samaniego Gámez, B. Y., Valle Gough, R. E., Tzintzún Camacho, O. (2024). Aislamiento e identificación morfológica de hongos fitopatógenos en dátiles en poscosecha. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California.
- Dehghan-Shoar, Z., Hamidi-Esfahani, Z., & Abbasi, S. (2010). Efecto de la temperatura y la atmósfera modificada sobre la conservación de la calidad de los frutos de dátil Sayer (*Phoenix dactylifera* L.). *Revista de Procesamiento y Conservación de Alimentos*, 34(2), 323–334.

FAO. (2020, julio). Propuesta para un Año Internacional de la Palma Datilera (COAG/2020/21, 27.º período de sesiones). <https://www.fao.org/3/nd415es/nd415es.pdf>

Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24 (3), 52–57. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008

García, J. P., Salomón, R., Pérez, D. B., Zatarain, H., Soto, J. E., & García, E. R. (2023). Inteligencia artificial al servicio de los pequeños productores de dátil en México. *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*.

Geronimo-Cruz, A., Valle-Gough, R. E., Núñez-Ramírez, F., González-Mendoza, D., Tzintzún-Camacho, O., Garruña-Hernández, R., & Samaniego-Gámez, B. Y. (2024). Efecto de tratamientos térmicos por inmersión en características fisicoquímicas de dátil cv. Mejhoul durante el almacenamiento en poscosecha. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 11(2), 133–147. <https://doi.org/10.23850/24220582.6500>

Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Babiker, E. E., Sarker, M. Z. I., & Ahmed, I. A. M. (2022). Effects of functional edible coatings and storage on bioactive compounds, antioxidant properties and sugars in Barhi dates. *Horticulturae*, 8(12), 1185.

- Habibi, F., Boakye, D. A., Chang, Y., Casorzo, G., Hallman, L. M., Madison, M., ... & Liu, T. (2024). Molecular mechanisms underlying postharvest physiology and metabolism of fruit and vegetables through multi-omics technologies. *Scientia Horticulturae*, 324, 112562.
- Jiménez Muñoz, J. E., & Aureoles Rodríguez, F. (2020). Perspectivas de producción de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en el Estado de Coahuila.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/47566>
- Kader, A. A., & Pelayo-Zaldívar, C. (2011). Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. UCANR Publications.
- Keskin, B., Uzundumlu, A. S., & Karabacak, T. (2025). Production Estimates of Leading Countries in Date Production for the Period 2023–2028. *Applied Fruit Science*, 67(2), 83.
- López, C. A. F., & FAO. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: Del campo al mercado (Cap. 3). FAO.
<https://www.fao.org/4/y4893s/y4893s00.htm>
- López Valle, K., Guadarrama Ramírez, J. A., Quintero Rosas, V., López Pérez, M. de J., & Aguirre Suni, C. S. (2025). Challenges for date producers in Mexicali: analysis of the problems and strategies in the context of the ITM NODESS model. *Revista De Ciencias Tecnológicas*, 8(3), 1–19.
<https://doi.org/10.37636/recit.v8n3e413>
- Luna, M. E. J. (2014). Tratamientos finales de conservación (INAV0109). IC Editorial.
- Martínez-González, M. E., Balois Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A., & López-Guzmán, G. G. (2017). Postcosecha de frutos: Maduración y cambios bioquímicos. *Revista*

Mexicana de Ciencias Agrícolas, (19), 4075–4087.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>

OEIDRUS (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable), SAGARPA, & GobBC. (2010, febrero). Estudio estadístico sobre producción de dátil en el Valle de Mexicali.

Ortiz-Uribe, N., Salomón-Torres, R., & Krueger, R. (2020). Subtropics snapshot – The Mexican date industry. *Subtropics*, 18, 7–14.
<https://www.researchgate.net/publication/343897467>

Ramos Velázquez Rubén. (2012). Cultivo de palma datilera en el Valle de Mexicali, B.C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Desplegable para productores Número 50.
https://www.academia.edu/30034871/Cultivode_Palma_Datileraene_I_Vallede_Mexicali_BC

Rodríguez, L. B. D., & de Hernández, R. M. A. (2021). Tecnologías postcosecha para promover la vida de anaquel de frutos pequeños. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(1).

Salomón-Torres, R., Acosta-Pérez, J. A., Krueger, R. R., Gutiérrez-Pacheco, M. M., Ruisanchez-Ortega, Y., Oihabi, A., & Zaid, A. (2024). Influence of pollination in liquid suspension on the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Mejhoul cultivar in the Mexicali valley, Mexico. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 36 (1), 1–8.

Salomón-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., & Villa-Angulo, R. (2017). La producción de la palma datilera. *Revista UABC*, (91), 15–20.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53897854/Revista_UABC__91_Enero-Junio_1-libre.pdf

- Samaniego Gámez, B. Y., Valle Gough, R. E., Samaniego Gámez, S. U., Núñez Ramírez, F., & Peña Yam, L. P., & González Mendoza, D. (2025). Avances en el diagnóstico y control de enfermedades poscosecha en productos hortofrutícolas. Biblioteca Horticultura.
- Samaniego Gámez, B. Y., Valle Gough, R. E., Samaniego Gámez, S. U., Núñez Ramírez, F., & Contreras Espinoza, J. E. (2024). Técnicas y procesos para la mejora de la vida de anaquel de frutas y hortalizas. Biblioteca Horticultura.
- Torres, R. S., Uribe, N. O., & Angulo, C. V. (2017). Composición nutricional y funcional del dátil (*Phoenix dactylifera* L.) variedad Mejhoul. Revista UABC, Nueva época, No. 92, Año 16, pág. 14-20.
- Urrutia, G. R. T., Álvarez, J. Á. P., López, J. F., & Escalante, A. S. (2017). Evaluación de fitoquímicos y actividad antioxidante de subproductos de dátil (*Phoenix dactylifera* L.) producidos en el estado de Sonora. Biotecnia, 19(3), 11–17.
- Valdez, N. A. A., García, J. M. O., Soltero, M. E. C., Morelos, S. G., & Álvarez, C. L. (2025). Factibilidad para producción y comercialización del dátil Medjool en Chihuahua. Revista Trace, (87), 149-180.
- Valle, K. L., Ramírez, J. A. G., Rosas, V. Q., Pérez, M. D. J. L., & Suni, C. S. A. (2025). Desafíos de los productores de dátil en Mexicali: Análisis de la problemática y estrategias en el contexto del modelo NODESS del ITM. Revista de Ciencias Tecnológicas, 8(3), 1–19.
- Wolfarth, C. (2025, 21 de marzo). Fechas de máxima calidad: qué características son importantes. NaraFood. <https://www.narafood.de/es/blogs/noticias/blogs-noticias-datteln-calidad>

Zaid, A. 2024 Date palm publication, Second edition. FAO Plant Production and Protection Paper Series, No. 156 Rome, FAO.
<https://doi.org/10.4060/cc9251en>

Zaid, A., & Oihabi, A. (2022). Mejhoul variety, the jewel of dates: Origin, distribution and international markets. Khalifa International Award for Date Palm and Agricultural Innovation.KIADPAI.

10. Anexos

10.1. Ficha Técnica del Recubrimiento Comestible (Clarity Vegshine)

**Clarity®
Vegshine**

Cera para recubrimiento de frutas y vegetales en post cosecha.



bio UKOSHER
degradable

Descripción:

Clarity® Vegshine es una cera líquida que forma una fina cubierta protectora sobre las frutas y verduras que mejora su aspecto y presentación, dándoles más brillo y protegiéndolas contra la deshidratación; lo que por ende, mejora y aumenta la vida de anaquel de dichos frutos.

Modo de Acción:

Clarity® Vegshine actúa formando una fina capa sobre la epidermis de la fruta. Esta capa es semipermeable, le permite al fruto establecer intercambio gaseoso pero sin llegar a la pérdida súbita de peso. Consiste en la formación de una barrera de protección entre el fruto y el ambiente para evitar que respire de manera excesiva o se desgaste más rápido.

La capa formada por **Clarity® Vegshine** sobre la fruta o legumbre, también evita el contacto directo de la epidermis del fruto con esporas de microorganismos que se alimentan de ella y la pudren, reduciendo su calidad, como *Botrytis*, *Aspergillus* y *Penicillium*, dándole mayor tiempo de calidad como *Botrytis*, *Aspergillus* y *Penicillium*, dándole mayor tiempo de calidad y presentación al consumidor final.

Propiedades Técnicas:

- Formulación líquida, oleo transparente.
- Fácil aplicación a través de enceradoras, por aspersión o de forma manual.
- Secado rápido.
- No blanquea la fruta.
- Máximo rendimiento por tonelada de fruta tratada.
- Da brillo a la fruta o legumbre, mejorando su apariencia.
- Grado alimenticio.

Composición:

INGREDIENTES	% EN PESO
Ceras minerales.....	98.33
Humectante y Dispersante.....	1.67

Características Físico-Químicas:

Apariencia.....	Líquido oleoso transparente
Densidad.....	0.8519 ± 0.05 g/mL
pH al 1%.....	8.0 - 10.0
Solubilidad(es).....	Insoluble al agua

Recomendaciones de Uso:

FRUTA/ VEGETAL	TONELADAS A TRATAR POR CUBETA DE 20L
Pepino	De 80 a 100
Chile (Bell pepper)	De 80 a 100
Tomate (Jitomate)	De 120 a 150

* Cera apta para tratamiento de vegetales y frutos dirigidos al mercado Estadounidense (Art. 21 CFR) y Europeo (Codex Alimentarius).

Recomendaciones en la Aplicación:

Antes de usar agite bien la cubeta con la cera **Clarity® Vegshine**, la cera **Clarity® Vegshine** se aplica a las frutas y legumbres por medio de enceradoras de tipo convencional, por aspersión o en forma manual.

Para aplicar la cera se recomienda emplear cepillos limpios y de ser posible nuevos.

Bajo condiciones de bajas temperaturas la cera **Clarity® Vegshine** puede requerir un ligero calentamiento previo hasta obtener la fluidez deseada.

Si va a almacenar la cera **Clarity® Vegshine** deberá hacerlo en un lugar fresco y seco, a temperatura promedio de 20 °C.



Fagro Post Harvest Solutions S.A. de C.V.
Aiera #250. Col. Parque Industrial, Ramos Arizpe,
Ramos Arizpe, Coahuila, México.

PHS