

Producción de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) variedad mejhoul en el noroeste de México

Antonio Morales Maza y Aurelia Mendoza Gómez



Producción de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) variedad mejhoul en el noroeste de México



astra
editorial

Producción de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) variedad mejhoul en el noroeste de México

Antonio Morales Maza
Aurelia Mendoza Gómez



Producción de palma datilera (Phoenix dactylifera L.) variedad mejhoul en el noroeste de México. Autores: Dr. Antonio Morales Maza y Dra. Aurelia Mendoza Gómez — Baja California, México. 2025.

ISBN: **979-13-87631-92-5** *Formato impreso: 202 p. 23 cm.*

ISBN: **979-13-87631-93-2** *Formato Digital: Descarga y online EPUB: 16 Mb*

Primera edición

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE20252342>



D. R. © copyright 2025. Dr. Antonio Morales Maza y Dra. Aurelia Mendoza Gómez

La presente obra fue dictaminada bajo el sistema de doble ciego y cuenta con el aval de los dictámenes de pares académicos en el campo de las ciencias sociales en México.

Edición y corrección: **Astra ediciones**

Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, por fotocopia, cualquier otro existente o por existir; sin el permiso previo, por escrito, del titular de los derechos.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración del Sistema Producto Dátil de Baja California, a las dependencias de gobierno estatal y federal, productores cooperantes, el apoyo otorgado del INIFAP y de la UABC

.

Contenido

Introducción	9
Historia de la palma datilera	11
1. Factores climáticos	14
Temperatura	15
Humedad Relativa del Aire	17
Luminosidad	19
2. Descripción Botánica	20
3. Ubicación de la Plantación	33
4. Características del Terreno	33
5. Preparación del Terreno	35
6. Variedades	37
7. Propagación.....	43
8. Parámetros Técnicos de Hijuelos para Trasplante	47
9. Fechas de Trasplante	47
10. Diseño, trazado y densidad de plantación	48
11. Formación de hoyos o cepas de trasplante	50
12. Manejo y preparación del hijuelo antes del trasplante	51
13. Cuidados del hijuelo de maceta posterior al trasplante	59
14. Poda de hojas e hijuelos	64
15. Desespinado	71
16. Recolección de inflorescencias masculinas y extracción del polen	74
17. Polinización	77
18. Poda apical de racimos o despunte	83
19. Raleo o aclareo de frutos y racimos	86
20. Colgado y soporte de los racimos	91
21. Embolsado de racimos	93
22. Cultivos intercalados	98
23. Riegos	100

24. Fertilización	110
25. Plagas	123
26. Enfermedades	133
27. Malezas	142
28. Fisiopatías y Desórdenes Fisiológicos	144
29. Cosecha de Frutos	149
30. Postcosecha	177
31. Comercialización	186
32. Agradecimientos	187
Sobre los autores	195

Introducción

La palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) está distribuida en el hemisferio norte y sur entre los 10°N y 39°N, se caracteriza como una planta de todas las regiones áridas, semiáridas y algunas tropicales del mundo, es uno de los frutales más antiguos y se considera originaria de las regiones como la Península de Arabia, Norte de África y Oriente Medio. Sin embargo, en los últimos tres siglos, las palmas datileras también fueron introducidas en otras áreas cercanas para la producción como Australia, India, Pakistán y en otros continentes como Suráfrica o América del Sur, Estados Unidos y México. Los dátiles tienen gran valor cultural, religioso, es fuente de ingreso y alimento para muchas culturas en el mundo. Genera beneficios al medio ambiente y a la sociedad por su amplia adaptación a condiciones agroclimáticas extremas como la alta temperatura y radiación, pero debe haber disponibilidad y calidad de agua. Existen miles de cultivares y selecciones de palmas datileras en diferentes países productores de dátiles.

En la actualidad uno de los grandes retos es la producción de alimentos ante la amenaza del cambio climático, que se caracteriza por las variaciones climáticas principalmente por el incremento de temperatura y sequías, lo que obliga a buscar alternativas para la diversificación de cultivos, es aquí donde para el Noroeste de México en los últimos años se han desarrollado grandes superficies con fines comerciales con plantaciones de palma datilera, principalmente en el Valle de Mexicali, Baja California y el Valle de San Luis Río Colorado, Sonora; aunque de forma natural crecen poblaciones silvestres, pero de forma comercial se obtienen excelentes rendimientos.

Mediante este libro de Producción de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en el noroeste de México se pretende ayudar a definir y estandarizar las mejores prácticas agronómicas que deben realizar los productores de reciente ingreso al cultivo y productores con reconocida trayectoria en la producción de dátil en la zona.

El impacto de la generación de obras literarias como esta, es que con el incremento en el uso de nuevas tecnologías, como por ejemplo el manejo del agua con sistemas de riego localizado permite aplicar los niveles de humedad adecuados y acordes a la etapa fenológica de las plantaciones, así como la edad de la planta; con lo cual ayudaran a mejorar e incrementar el prendimiento, uso eficiente de fertilizantes, ofrecer parámetros técnicos de medición para definir el calendario de riego, tecnificación general de las actividades relacionadas con los aspectos técnicos del cultivo para el manejo del racimo, producción, cosecha y poscosecha del dátil.

Historia de la palma datilera

La palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.) es uno de los cultivos frutales más antiguos que se conocen y se ha cultivado en el norte de África y Oriente Medio durante al menos cinco mil años (Zohary y Hopf, 2000). Se considera probable que el cultivo se originó en la antigua Mesopotamia (sur de Irak) o el oeste de la India (Wrigley, 1995). Es llamada por los griegos, hebreos, egipcios y árabes El árbol de la vida , y por los fenicios El árbol de Dios . Tiene un aprovechamiento antropocéntrico muy antiguo de sus frutos, hojas, tallos y semillas en diversas regiones áridas de la Península Arábiga, el norte de África y Oriente Medio; pero debido a su gran importancia para la alimentación humana, se ha introducido en otras regiones como Australia, India, Pakistán, México, Sudáfrica, América del Sur y Estados Unidos, entre otros (Chao y Krueger, 2007).

Las palmas pueden crecer en lugares muy calurosos y secos, con alta intensidad luminosa, baja humedad relativa y climas áridos; por lo que también son relativamente tolerantes a la sal. Los dátiles son los frutos de las palmas datileras, y gran parte de su interés se debe a los ingresos que generan. Son considerados un alimento con alto contenido calórico, con impacto directo en la religión, la economía, la sociedad y el medio ambiente de diversos países (Chao y Krueger, 2007).

El cultivo de la palma datilera está ampliamente relacionado con la distribución del islam; así fue como llegó al sur de España y Pakistán. Los españoles introdujeron el cultivo en la Península Arábiga, el norte de África y Oriente Medio, para posteriormente llevarlo a América durante las expediciones de nuevas tierras (Nixon, 1951). En Oriente Medio, el consumo de dátiles juega un papel muy importante desde que existieron las rutas comerciales, permitiendo largas travesías por regiones inhóspitas. Para algunas culturas, los dátiles representan la fertilidad y abundancia de alimentos, pero el contexto puede tener un enfoque cultural o espiritual, representado por tablillas babilónicas, antiguos escritos egipcios, sirios, libios y palestinos (Popenoe, 1973).

En América, las primeras palmas datileras (*Phoenix dactylifera* L.) fueron sembradas en el hemisferio norte por los Franciscanos Jesuitas en el siglo XVIII, quienes instalaron sus misiones en Arizona, CA (EE.UU.) y Baja California, México. Se cultivaron a partir de semillas plantadas por monjes de misiones religiosas españolas establecidas a partir de 1769. Muchas palmas datileras fueron plantadas tanto en California como en Arizona después de que terminó la Guerra Mexicana en 1848. Sin embargo, no fue hasta fines del siglo XIX cuando hubo interés en importar hijuelos en Estados Unidos procedentes de Argelia, las variedades Deglet Noor y Rhars, en 1899/1900. Posteriormente, se importaron variedades de Baluchistán (Pakistán), Egipto, Irak y Túnez, como Areshty, Halawy, Hayany, Khadrawy, Kustawy, Saidy y Zahidi. En 1927, se importó la variedad Medjhoule procedente de Marruecos. Todas ellas tienen un alto valor comercial o religioso, lo cual fue el inicio para establecer una exitosa industria comercial de dátiles en la actualidad (Johnson y Hodel, 2007).

Sin embargo, a mediados del siglo XIX, la datilera se introdujo en el Valle de Coachella en California y el sur de Arizona con intenciones de explotación comercial (OEIDRUS, 2011). Este cultivo es uno de los principales frutales con incremento de superficie en los Valles de Mexicali, B.C., y San Luis, Río Colorado, Sonora. En Baja California, el incremento de la superficie pasó de 139 hectáreas en 2003 a 1 141 hectáreas en 2017, es decir, un aumento de más de ocho veces la superficie inicial. Este incremento justifica que se realicen diversas investigaciones para generar tecnología local que favorezca a productores, técnicos y las diversas áreas de gobierno, promoviendo un crecimiento ordenado para la producción de palma datilera (Figura 1). Sonora y Baja California ocupan los primeros lugares con rendimientos de entre siete punto ocho y seis punto dos toneladas por hectárea, respectivamente. Las variedades que predominan son Medjool, Deglet-Noor, Sahydy, Kahadrawy, Kwstawy y Halawy. Este cultivo ha tenido éxito gracias a su excelente adaptación a las condiciones agroclimáticas del Valle de Mexicali, en especial por su tolerancia a la salinidad del suelo. Otra consideración de este cultivo son sus atractivos precios a los cuales se comercializan sus frutos. Sin embargo, para establecer una hectárea se necesita una alta inversión, requiriendo de tres a cuatro años para iniciar la cosecha.

La vida económica promedio de una palma datilera es de 40 a 50 años, aunque algunas todavía son productivas hasta 150 años.

La información comercial del dátil, según la Secretaría de Economía de México en 2022, indica que el intercambio comercial total, incluyendo compras y ventas internacionales de dátiles frescos o secos, fue de 61,1 millones de dólares estadounidenses. En ese mismo año, los estados con más ventas internacionales de dátiles frescos o secos fueron Sonora (24,0 millones de dólares estadounidenses), Baja California (16,7 millones de dólares estadounidenses) y Ciudad de México (429 mil dólares estadounidenses). Asimismo, los estados que registraron compras internacionales de dátiles fueron Baja California (8,87 millones de dólares estadounidenses) y Ciudad de México (329 mil dólares estadounidenses). En 2022, los principales destinos comerciales de dátiles frescos o secos fueron Estados Unidos (34,4 millones de dólares estadounidenses), Australia (6,66 millones de dólares estadounidenses), Emiratos Árabes Unidos (133 mil dólares estadounidenses) y Japón (333 dólares estadounidenses). En general, el intercambio comercial total de dátiles frescos o secos en México, incluyendo compras y ventas internacionales, fue de 61,1 millones de dólares estadounidenses.

La producción de palma datilera está muy concentrada principalmente en la Laguna Salada y el Valle de Mexicali en Baja California, así como en San Luis Río Colorado, Sonora. La superficie sigue creciendo en los últimos años, pero a un ritmo menor que hace cinco años. En la actualidad, existen diversos agricultores que han incursionado en el cultivo de palma datilera, ya que representa una alternativa al cambio de cultivo; sin embargo, debido a la incertidumbre en los precios de venta y, por tanto, en la rentabilidad del cultivo de forma extensiva, muchos de ellos mantienen superficies menores a cinco hectáreas.

Figura 1. Vista general de plantación de palma datilera en el Valle de Mexicali.



Foto (tomada por los autores)

1. Factores climáticos

Para garantizar el éxito óptimo en el establecimiento de plantaciones de palma datilera, el clima es el factor más importante, ya que determina las áreas donde se obtendrá un crecimiento y desarrollo óptimo de las palmas. De acuerdo con diversos estudios, se considera un área comprendida en un cinturón geográfico entre las coordenadas 24° N y 34° N, donde se encuentran las mayores áreas comerciales establecidas en el mundo. Por lo tanto, los principales países productores, de acuerdo con su ubicación, son clasificados como sigue:

- A) Los límites extremos de la distribución de la palma datilera se encuentran entre 10° N (Somalia) y 39° N (Elche, España, o Turkmenistán).
- B) Las áreas favorables se localizan entre 24° N y 34° N (noroeste de México, sur de Estados Unidos, Marruecos, Argelia, Túnez, Libia, Israel, Egipto, Irak e Irán).

En el continente americano, los principales productores son Estados Unidos y México, donde la palmera datilera se encuentra entre 32° N y 33° N. Debido a factores climáticos, la palmera datilera puede crecer fuera de estos límites geográficos, pero no producirá frutos correctamente. Es importante considerar que, durante el verano, deben acumularse ciertas unidades de calor efectivas para favorecer cambios fisiológicos dentro de la palma y permitir la producción de frutos. Por otro lado, las bajas temperaturas del invierno favorecen la diferenciación, crecimiento y formación de los racimos jóvenes, además de determinar el momento de la floración.

Temperatura

La palmera datilera es de clima subtropical, lo que significa que puede tolerar heladas cortas durante el invierno, pero también soporta altas temperaturas en el verano. Para expresar su máximo potencial de rendimiento, esta palma debe crecer en zonas áridas y semiáridas (planta termófila), que son áreas con veranos calurosos e inviernos templados.

Las palmas datileras son una especie termófila que pueden crecer con una temperatura promedio entre 12,7 °C y 27,5 °C. El umbral de crecimiento oscila entre 7 °C y 32 °C, y por debajo de 7 °C el crecimiento se detiene. Sin embargo, por encima de dicha temperatura mantienen un crecimiento estable, ya que sobreviven a muy altas temperaturas durante varios días, siempre que cuenten con riego. El crecimiento continúa a un ritmo estable hasta alcanzar los 38 °C a 40 °C; a partir de ahí, la tasa de crecimiento disminuye, aunque pueden tolerar hasta 50 °C. La temperatura óptima para lograr la mayor eficiencia fotosintética oscila entre 28 °C y 38 °C.

Las palmas datileras son capaces de soportar períodos cortos de heladas sin daños aparentes, pero cuando la temperatura disminuye durante un cierto período por debajo de 0 °C, puede causar trastornos metabólicos que conducen a daños parciales o totales en las hojas. A temperaturas tan bajas como -5 °C, se pueden dañar hojas, flores o racimos. Si el centro de crecimiento no resulta afectado, la palma puede emitir nuevas hojas, aunque esto afectará la producción de fruta. La palma resiste heladas de hasta -10 °C. Con -4 °C, las hojas empiezan a quemarse. Desde -9

°C hasta -15 °C, se observa que las hojas del dosel medio y exterior se dañan y secan. Si estas temperaturas bajas persisten durante un período prolongado (de 12 horas a 5 días), todas las hojas mostrarán daños por heladas, y posteriormente la palma parecerá tener las hojas quemadas. En general, los límites de temperatura para el crecimiento, desarrollo y producción comercial de la palma datilera oscilan entre 9 °C y 44 °C.

Las temperaturas por debajo de 4 °C causan la muerte de las hojas en los brotes recién plantados, y en las palmas adultas las hojas mueren, aunque el punto de crecimiento reanuda su actividad cuando aumentan las temperaturas. El crecimiento se detiene o las hojas de los hijuelos mueren, a menos que se protejan envolviéndolas en arpillera u otro material que reduzca los efectos negativos de las bajas temperaturas. Las variaciones considerables de la temperatura mínima del aire ocurren principalmente en áreas desérticas de baja elevación. En el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, las temperaturas bajan, pero no a niveles que provoquen daños significativos en los hijuelos o palmas adultas.

Los dátiles florecen cuando la temperatura de la sombra aumenta a más de 18 °C, lo cual comúnmente ocurre en la región entre febrero y marzo, y forman frutos cuando la temperatura supera los 25 °C (Zaid y de Wet, 2002a). La temperatura tiene un efecto directo sobre la polinización y germinación del grano de polen. Entre 25 °C y 30 °C se considera la temperatura óptima para la germinación del grano de polen, y el tiempo de germinación disminuye rápidamente con temperaturas inferiores o superiores a este rango, especialmente por encima de 43 °C, lo que provoca abortos de flores o caída de frutos. La temperatura ideal para el crecimiento de la palmera datilera, desde la polinización hasta la maduración de la fruta, varía entre 21 °C y 27 °C de temperatura media en regiones áridas entre 15° N y 35° N, desde Marruecos en el oeste hasta India en el este (Zaid y de Wet, 2002a). En México, el comportamiento es similar, con un período de floración que va de febrero a abril.

La temperatura tiene efectos directos en el cuajado y crecimiento del fruto. Para lograr el mayor éxito en el cuajado, la temperatura promedio debe oscilar entre 25 °C. Durante la maduración del dátil, otra etapa crítica, la temperatura afecta directamente la calidad y el tiempo de maduración. Por ello, las temperaturas en esta etapa deben ser superiores a

18 °C, desde principios de abril, después de la polinización, hasta octubre, cuando finaliza la temporada de cosecha.

Las unidades de calor (UC) son un parámetro de medida de la relación entre el crecimiento y la temperatura (constante térmica, tiempo de cosecha en unidades de temperatura) acumuladas durante la temporada de crecimiento (floración-cosecha) para los dátiles. Es posible calcular las unidades de calor desde la floración hasta la fructificación o cosecha, que pueden variar entre cultivares de 120 a 240 días, dependiendo del efecto directo del clima en las diferentes zonas. Para determinar las unidades de calor, se debe considerar inicialmente el grado base de 18 °C, que es cuando la temperatura supera ese valor durante el día. Esto coincide con el momento en que se empiezan a observar los vestigios de las primeras espatas hasta el mes en que las temperaturas son inferiores a 18 °C. Se calcula sumando la temperatura media diaria menos 18 °C, que es la temperatura mínima a la que comienza el crecimiento de la fruta.

En general, las unidades de calor varían según las características de los frutos: para palmas datileras con frutos suaves, las unidades de calor oscilan entre 1 200 y 1 800, con una humedad relativa del 42 % al 72 %; para frutos semisecos, entre 1 800 y 2 600 unidades de calor y una humedad relativa del 25 % al 41 %; y para frutos secos, entre 2 500 y 3 400 unidades de calor y una humedad relativa del 25 %. Para la variedad Medjool, las unidades de calor óptimas oscilan entre 2 000 y 2 400. Otros autores en Estados Unidos consideran que las variedades de maduración temprana, como Deglet Noor y Medjool, requieren alrededor de 6 500 grados-día o unidades de calor para el desarrollo de los frutos desde la floración hasta la maduración. La humedad relativa promedio anual recomendada oscila entre 27 % y 41 %, preferentemente durante el período de floración, crecimiento y maduración de la fruta (deshidratación), que abarca de marzo a octubre (El-Sharabasy et al., 2022).

Humedad Relativa del Aire

La humedad relativa es un factor clave para el crecimiento y desarrollo de la palma durante su establecimiento en campo, aunque puede tolerar fluctuaciones durante todo el año. Sin embargo, en el momento de la

polinización, maduración o deshidratación del fruto, la planta requiere una humedad relativa baja, ya que en períodos húmedos la cosecha puede reducirse considerablemente debido a la presencia de hongos dentro y fuera de los frutos. Esto resulta en menor calidad y, por tanto, incrementa las pérdidas por enfermedades en el fruto durante la cosecha y poscosecha.

Es importante tener referencias de las estaciones agroclimáticas cercanas, basadas en información de 10 años para cultivares de palma datilera. En cultivares con frutos suaves, la humedad relativa media anual debe oscilar entre 64 % y 72 %. En cultivares secos, no debe superar el 30 %. Por ello, en zonas con lluvias frecuentes y niveles promedio de humedad superiores al 60 %, se observan afectaciones significativas en la producción, como enfermedades foliares y pérdidas por hongos en la cosecha. Una humedad relativa promedio anual inferior al 40 % afecta negativamente los rendimientos de las palmas, y en lugares desérticos o zonas con baja humedad pueden observarse daños fisiológicos en la palma y los frutos.

La palmera datilera puede soportar vientos fuertes, cálidos, húmedos o polvorientos durante el verano. Estos vientos ayudan a proteger otros cultivos al romper la fuerza del viento y albergar una vegetación más susceptible en los estratos inferiores, especialmente cuando se intercalan o asocian con otros cultivos.

La lluvia y alta humedad relativa afectan la temporada de polinización, ya que pueden alterar la fecundación y el cuajado de los frutos. Esto ocurre principalmente porque la lluvia arrastra los granos de polen y promueve enfermedades fúngicas, como la podredumbre de las inflorescencias. Es decir, la lluvia incrementa la humedad relativa del aire, creando condiciones favorables para enfermedades criptogámicas que causan la putrefacción de las inflorescencias. Cerca de la cosecha, la lluvia o el clima frío retrasan la maduración. Durante la cosecha, es muy perjudicial tener alta humedad relativa, ya sea por una lluvia ligera acompañada de períodos prolongados de tiempo nublado o por una alta humedad relativa. Esta situación causa más daño que una lluvia intensa, especialmente si se combina con tiempo nublado y la ausencia de vientos.

Durante la cosecha, la humedad del aire afecta la calidad del dátil, volviéndolo muy susceptible a enfermedades durante el proceso de maduración y deshidratación. Una mayor humedad provoca la proliferación

de hongos saprofitos, que se manifiestan como micelios negros similares a pequeños pelos oscuros que, al tacto, desprenden esporas y afectan a otros frutos cercanos. Además, con alta humedad, los dátiles se vuelven blandos y pegajosos, mientras que con baja humedad se tornan muy secos y duros. Por otro lado, los vientos secos y calientes aceleran el proceso de maduración, lo que conduce a la desecación de los dátiles y la aparición de un anillo amarillo o blanco en la base de la fruta.

Luminosidad

Las palmas datileras requieren luz solar directa durante todo el ciclo vegetativo, ya que tienen una baja eficiencia para absorber luz difusa (luz indirecta). La falta de luz afecta a la palma, disminuyendo la formación de flores, y, por ende, reduce los rendimientos y calidad de la fruta. Sin embargo, para el proceso de enraizado de hijuelos de forma vegetativa o la formación de raíces procedentes de cultivo de tejidos in vitro, las palmas datileras se desarrollan mejor en baja intensidad de luz (500 lux). Posteriormente, para aumentar la velocidad de enraizado y la precocidad en la formación de nuevas raíces, deben exponerse las palmas a alta intensidad de luz (de 2 000 a 3 000 lux), lo que promueve el estímulo necesario para la elongación y el reverdecimiento de los brotes.

En condiciones de cultivo in vitro, las intensidades de luz influyen positivamente en la multiplicación de yemas de brotes de palmeras datileras. Se ha encontrado que la intensidad de luz favorece el crecimiento de explantes in vitro, promoviendo morfogénesis, al igual que ocurre en otras especies de plantas. El crecimiento de una palmera datilera se ve inhibido por los rayos de luz en el extremo violeta y amarillo del espectro, pero se potencia por los rayos en el otro extremo del espectro, es decir, la luz roja. Estos últimos rayos son los más activos en la promoción de la fotosíntesis.

Para lograr la máxima eficiencia, las palmas datileras requieren diariamente un promedio de 16 horas de radiación solar. Por lo tanto, la asociación o intercalación de cultivos solo se recomienda cuando las palmas superan en altura a los otros cultivos asociados o intercalados, minimizando así la competencia por la luz.

2. Descripción Botánica

La palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) es una planta perenne y monocotiledónea que presenta raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas. Es dioica, lo que significa que tiene órganos reproductores en distintas plantas, con flores femeninas y flores masculinas separadas. Sin embargo, en ocasiones se pueden encontrar plantas hermafroditas o plantas masculinas que desarrollan características femeninas (Sudharsan y Abo El-Nil, 1999). Según su biología reproductiva, es diploide ($2n = 2x = 36$).

El nombre de la palmera datilera proviene de su fruto: phoenix , del griego, significa púpura o rojo (fruta), y dactylifera hace referencia a la apariencia de dedo del racimo de fruta. A continuación, se presenta su taxonomía completa:

- Reino: Plantae
- Clase: Equisetopsida
- Subclase: Magnoliidae
- Superorden: Arecales
- Familia: Arecaceae
- Género: *Phoenix* , con aproximadamente 15 especies.
- Especie: *Phoenix dactylifera* L.

Raíz. Por ser una monocotiledónea, la palmera datilera no tiene raíz primaria. El sistema de raíces es fasciculado, fibroso y poco engrosado. A medida que las raíces mueren, son sustituidas por otras nuevas. Las raíces secundarias aparecen en la raíz primaria cuando estas se desarrollan directamente a partir de la semilla. Las raíces pueden profundizar hasta unos seis metros, aunque esto dependerá de la profundidad del manto freático, y pueden extenderse en un radio de 18 a 20 metros, variando según la disponibilidad de agua, tipo de suelo y tamaño de la palma.

La sección transversal de la raíz muestra el área central conocida como estela, que contiene células responsables del transporte de agua y nutrientes. Los vasos de xilema transportan agua y nutrientes minerales, mientras que los floemas transportan azúcares y otros nutrientes orgánicos. La corteza de la palmera datilera contiene tejido aerénquima y esclerénquima, este último compuesto por lignina que actúa como soporte estructural. La capa más externa, denominada epidermis, aparece modificada y esponjosa, presumiblemente para reducir la pérdida de agua.

Figura 2. Raíz de palma datilera.



Figura 3. Corte transversal de raíz de palma datilera.



Tallo. El tallo botánicamente se llama estúpite, el cual es robusto, recto, con un diámetro de 20 cm a 60 cm, cubierto con vestigios de vainas y cicatrices dejadas por las hojas. Bajo condiciones óptimas de manejo agronómico, presenta un grosor similar en toda su longitud. Dependiendo de la especie, puede alcanzar entre 25 m y 40 m de altura. Está cubierto por las bases de las hojas muertas y una redecilla fibrosa que, con el tiempo, se desprenden o permanecen adheridas al tallo, formando un patrón romboidal característico y ornamental.

La palmera puede alcanzar una vida útil de un siglo o más; sin embargo, comercialmente, su manejo está limitado por la vida útil productiva, que es mucho menor. Por ello, su altura no suele superar los 15 m a 20 m antes de volverse poco rentable debido a la disminución de rendimientos y al aumento de la dificultad o peligro para acceder a la corona durante la polinización, el raleo de frutos del racimo y la cosecha (Barreveld, 1993).

Hoja. La palma datilera presenta una corona de hojas en el extremo superior del tronco, donde las hojas son pinnadas, con numerosos folíolos verde-azulados, lanceolados y plegados longitudinalmente hacia el haz,

formando una corona con la base de la hoja curveada o arqueada. Cada lado del raquis puede tener hasta 130 foliolos, los cuales varían en tamaño a lo largo del raquis: los foliolos inferiores son más cortos, rígidos y punzantes, en forma de hojas-espinas o acantófilos triangulares (de 15 cm a 20 cm); los foliolos intermedios son más largos (de 20 cm a 40 cm), mientras que los superiores son cada vez más pequeños.

La longitud de la hoja oscila entre 1,6 m y 6 m. El número de hojas de las palmas puede variar dependiendo de la edad y el manejo de podas. Se debe considerar un mínimo de 20 a 30 hojas; sin embargo, en palmas adultas, se recomienda mantener entre 80 y 120 hojas. Desde el punto de vista técnico, para optimizar el desarrollo y maximizar el rendimiento, se sugiere mantener entre 6 y 10 hojas por cada racimo. La vida de una hoja, desde su emergencia hasta su senescencia, es de 3 a 7 años.

La producción anual de hojas varía según el manejo agronómico y las condiciones agroclimáticas, pero en promedio oscila entre 20 y 25 hojas nuevas por año. Las hojas viejas y secas no se desprenden naturalmente, por lo que deben eliminarse o cortarse para facilitar el manejo en producción comercial y reducir el riesgo de incendios o de servir como refugio para fauna nociva, como aves o roedores.

Figura 4. Tallo de palma datilera.



Figura 5. Hojas compuestas y estipe de palma datilera.



Figura 6. Foliolos de palma datilera.



Flores. El proceso de formación de las flores y el racimo se inicia entre seis y siete meses antes de que estas emerjan o puedan observarse en la palma. Se considera que son entre 50 y 60 días antes de la antesis cuando el pedúnculo del racimo (de 16 cm a 50 cm de longitud) se alarga y empuja hacia afuera toda la inflorescencia, llevando el conjunto de flores hasta alcanzar una longitud de 60 cm a 120 cm.

Figura 7. Inflorescencia y flor femenina antes de la polinización



La inflorescencia está compuesta por un conjunto de flores. Las inflorescencias emergen de las axilas entre las hojas y el tallo, y se encuentran protegidas en el interior de un órgano protector denominado espata. Esta se abre cuando se agrieta longitudinalmente, exponiendo las flores, momento en el que inicia la antesis.

Las flores son trímeras, unisexuales, pequeñas y se agrupan en una inflorescencia altamente ramificada, denominada espádice. Las flores conforman una inflorescencia que consta de múltiples espiguillas, conocidas como hebras, dispuestas en espiral sobre el raquis. Tanto las flores femeninas como las masculinas suelen tener tres sépalos y tres pétalos.

Figura 8. Inflorescencia femenina polinizada en palma datilera.



Las flores femeninas son fragantes, cerosas, más grandes que las masculinas y tienen un cáliz formado por tres sépalos, una corola de tres pétalos de color amarillo y un óvulo súpero formado por tres carpelos unidos. Suelen ser de color amarillento con tonos verdes y poseen un aroma suave a miel. Estas flores emergen justo antes de la floración. Las inflorescencias masculinas y femeninas de palmas adultas llegan a tener entre 6 000 y 10 000 flores.

Recordemos que los racimos de flores están conformados por un *raquis* o *pedúnculo*, el cual es el eje central donde se insertan las *raquillas* o *espiguillas*. Sobre estas últimas se insertan, en forma de espiral, las flores y posteriormente los frutos; es decir, los frutos están insertados en las espiguillas que rodean el *raquis* en forma helicoidal.

Las flores masculinas tienen un cáliz trilobado, una corola con tres pétalos de color crema y seis estambres. Los sépalos suelen ser de color blanco ceroso y están agrupadas en una inflorescencia que consta de muchas flores sin ramificaciones.

Figura 9. Inflorescencia masculina en antesis.



Figura 10. Espatas masculinas en diferente estado de desarrollo de la palma datilera.



Espata cerrada



Espata amarrada



Espata abierta

Las flores masculinas tienen un cáliz trilobado, una corola con tres pétalos de color crema y seis estambres. Los sépalos suelen ser de color blanco ceroso y están unidos en una inflorescencia que consta de muchas flores sin ramificaciones. El polen de la palmera datilera (DPP) tiene una gran influencia en la calidad, el desarrollo y el rendimiento de la fruta, factores ampliamente determinados por la estructura del polen, su viabilidad y capacidad de germinación.

El éxito de la polinización se ve influido, además, por las flores femeninas y su receptividad; por lo tanto, se requiere una vigilancia adecuada para observar el momento de la antesis de la inflorescencia femenina. Es importante mencionar que el polen puede ser causa de varias enfermedades respiratorias, como el asma, y, por ende, requiere un manejo cuidadoso con mascarilla y protección para los ojos.

El polen de la flor masculina debe extraerse recolectando manualmente las inflorescencias cerradas o semicerradas, junto con sus respectivas espatas. Posteriormente, estas son transportadas al área de secado y extracción de polen, donde se exponen a una temperatura adecuada para que las flores masculinas liberen el polen. Este polen se mezcla posteriormente con harina de trigo en proporciones que varían entre 1:1, 1:3 y hasta 1:10, esta última para polinización mecanizada. La proporción en relación a la cantidad de polen de los machos por el número de hembras que pueden polinizar es de 40 a 50 hembras por cada macho.

Una palmera hembra adulta produce entre 15 y 25 espatas, que contienen entre 150 y 200 espiguillas cada una, y, por ende, poseen entre 8 000 y 10 000 flores, que en conjunto forman la inflorescencia femenina. En el caso de las inflorescencias masculinas, pueden incluso superar este número.

Figura 11. Inflorescencia y flor masculina de palma datilera en antesis.



Las palmas datileras procedentes de semilla producen flores masculinas a los tres o cuatro años, mientras que las hembras producen sus primeros frutos a los cuatro o cinco años. Las palmas procedentes de hijuelos comienzan a producir fruta a partir de los cuatro o cinco años posteriores al trasplante, alcanzando su máximo potencial de rendimiento entre los 10 y 15 años, dependiendo del manejo agronómico.

El fruto es botánicamente una drupa denominada dátil, caracterizada por un exocarpio delgado, mesocarpio carnoso y endocarpio endurecido, diferenciados entre sí. Es un fruto carnoso producido a partir de un ovario (normalmente) de una sola semilla, con una capa leñosa dura (llamada endocarpio) que rodea la semilla. Presenta una forma oblonga-ovoide, lisa o ligeramente rugosa al momento de la cosecha, con mesocarpio carnoso, endocarpio membranoso y colores variados en etapas previas a la cosecha (amarillo, amarillo-verdoso, anaranjado o pardo rojizo). Al momento de la cosecha, puede presentar colores amarillo, café, ámbar o negro. Su tamaño varía entre 3 cm y 9 cm de largo y de 1 cm a 2,5 cm de diámetro.

El fruto normalmente se desarrolla después de la fertilización de uno de los tres carpelos dentro de cada flor pistilada. Los frutos están dispuestos en espigas que pueden contener entre 20 y 60 dátiles, donde varias espigas están insertadas en un tallo o raquis principal, formando en conjunto lo que se denomina racimo. El número de racimos por palma varía entre 5 y 30, dependiendo del cultivar, nutrición, mantenimiento y edad de la palma (Jaradat y Zaid, 2004). Dependiendo del cultivar y algunas prácticas agrícolas, pueden aparecer hasta 1 000 dátiles en un racimo, llegando a un peso de 10 kg o más. En la variedad Medjool, la caída natural de la fruta ocurre entre 75 y 90 días después de la polinización.

Los dátiles sin polinización pueden formar frutos partenocárpicos (sin semilla), los cuales no producen suficientes azúcares para alcanzar un dulzor adecuado y su sabor es comparable al de cartón masticable. Su peso varía entre 2 g y 60 g.

La tasa de crecimiento y desarrollo de frutos con semillas sigue una curva de crecimiento sigmoide. El fruto del dátil pasa por cuatro etapas distintas de maduración, comúnmente referidas en términos derivados del árabe iraquí como Kimri, Khalal (a veces denominado Bisir), Rutab y Tamar, que representan, respectivamente, el estado verde inmaduro, el maduro lleno coloreado, el marrón suave y el duro como pasas (Reuveni, 1986). Los dátiles varían en tamaño y forma dependiendo del cultivar, manejo técnico y ambiente; su uso depende de la cultura y, en ocasiones, de la religión. La palmera datilera produce sus primeros racimos al segundo o tercer año de plantación como hijuelo, y puede generar desde 2 a 3 kg en los primeros tres o cuatro años hasta 100 a 120 kg de fruta anuales en palmas adultas mayores de 12 a 15 años.

Etapas de Maduración

1). *Hababouk*. La etapa hababouk, también llamada habbabok o hababauk, comienza poco después de la fertilización de uno de los tres carpelos de la flor femenina (los otros dos carpelos se pierden) y suele durar unas 4 a 5 semanas. Se caracteriza por una tasa de crecimiento muy lenta.

La fruta es aún inmadura y está completamente cubierta por el cáliz. Su peso promedio es de 1 g, y su tamaño es similar al de un guisante.

2). *Kimri*. En la etapa kimri , también llamada Khimri o Jimri , la fruta pasa de tener el tamaño de un guisante al de un dátil de color verde casi de tamaño completo. Durante las primeras 4 a 5 semanas, hay un crecimiento rápido en peso y volumen de hasta el 90 %. Es la etapa más larga de crecimiento y desarrollo, pudiendo durar hasta 15 semanas dependiendo de las variedades.

El dátil es bastante duro y no apto para consumir. Se produce un rápido aumento en peso y volumen, y en esta etapa presenta el contenido más alto de agua y el más bajo de azúcares durante todo su proceso de maduración

Figura 12. Etapa Hababook.



Figura 13. Etapa Kimri.



3). *Khalal*. En la etapa Khalal , también llamada khalaal , Khalal o Besser , el dátil cambia completamente de color, pasando del verde al amarillo; en el caso de la variedad ‘Medjool’, pero para otras variedades puede cambiar a amarillo verdoso, rosado, rojo o escarlata. Esta etapa tiene una duración de tres a cinco semanas, dependiendo de las variedades, con un aumento semanal bajo (de 3 % a 4 %). Al final de esta etapa, el fruto alcanza su peso y tamaño máximo.

La concentración de azúcar experimenta un aumento rápido, asociado con una disminución en el contenido de agua, que oscila entre el 50 % y el 85 % de humedad. En algunas variedades, como la ‘Barhi’ o

‘Barhee’, ‘Hallawi’, ‘Hayani’ y ‘Zaghloul’, es posible consumir el dátil en esta etapa.

Figura 14. Etapa Khalal en verde.



Figura 15. Etapa Khalal con frutos amarillos.



Por lo general, su elevado contenido en taninos, que puede alcanzar hasta el 6 % de su peso, le confiere un sabor ácido y astringente al paladar. Los dátiles deben conservarse en frío (a 7 °C durante una semana o a 0 °C a 1 °C durante períodos más largos). Si se congela el dátil durante esta etapa, cuando ya se ha establecido el color amarillo en su superficie, la fruta experimenta una serie de cambios químicos internos que hacen que avance rápidamente a la siguiente fase de maduración. Al descongelarlo (siempre en frío), se obtiene un dátil de sabor dulce y coloración ámbar o marrón dorado, con ausencia total de su característico sabor amargo y astringente. Además, el color de la semilla cambia de blanco a marrón.

4). *Rutab*. En la etapa rutab , también llamada routab (que significa mojado, húmedo o suave), esta fase dura entre dos y cuatro semanas. Durante este tiempo, el peso fresco disminuye hasta en un 10 % por semana, llegando a un promedio de humedad del fruto de entre 30 % y 45 %. El ápice o punta del dátil comienza a madurar, cambiando de color amarillo a marrón o negro, con una consistencia más suave al alcanzar la madurez completa.

El dátil empieza a perder agua y taninos, los cuales, responsables de la astringencia, se reducen hasta representar solo el 1 % de su peso. Simultáneamente, aumenta su contenido en azúcares, que pueden llegar a constituir hasta el 50 % de su peso. El dátil está tierno y muy jugoso, siendo este el momento idóneo para su consumo, conocido comercialmente como “suave”. Presenta un extraordinario dulzor sin resultar empalagoso. Después de su cosecha, debe consumirse rápidamente, ya que solo se conserva durante unos pocos días sin almacenamiento en frío (a 7 °C aguantan aproximadamente una semana) debido a su alto contenido en azúcar, que puede causar fermentación en condiciones cálidas.

Los dátiles se congelan excelentemente bien a -20 °C, pero pierden parte de su textura firme y aroma al descongelarlos (a 7 °C a 8 °C). Cosechar en esta etapa requiere un secado o pérdida de humedad, ya que almacenarlos con este contenido de humedad incrementa los problemas por hongos.

5). *Tamar*. En la fase tamar, también conocida como tamr o tamer, se caracteriza por ser un estado de plena madurez o etapa final de la maduración del dátil. Durante esta fase, los dátiles cambian de color amarillo o marrón hasta volverse completamente ámbar o casi negros. La piel se adhiere a la pulpa y se arruga a medida que la carne se contrae.

La textura al tacto es rugosa, mientras que la pulpa es suave pero firme. Contienen el máximo de sólidos totales y han perdido la mayor parte de su agua (entre 21 % y 25 % de humedad del fruto, aunque puede disminuir aún más al continuar deshidratándose). Este bajo contenido de humedad hace que la proporción de azúcares en el fruto sea suficientemente alta como para prevenir la fermentación, ya que prácticamente casi todo el fruto es azúcar, alcanzando hasta un 80 % de su peso. Esta es la mejor condición para el almacenamiento. La disminución relativa promedio en el peso del fruto durante esta etapa es del 35 %. En esta etapa, los frutos de un racimo no maduran al mismo tiempo, por lo que el período de cosecha se extiende entre uno y dos meses, con dos o tres pasadas para poder cosechar la totalidad de los frutos.

Figura 16. Etapa Rutab.



Figura 17. Etapa Tamar

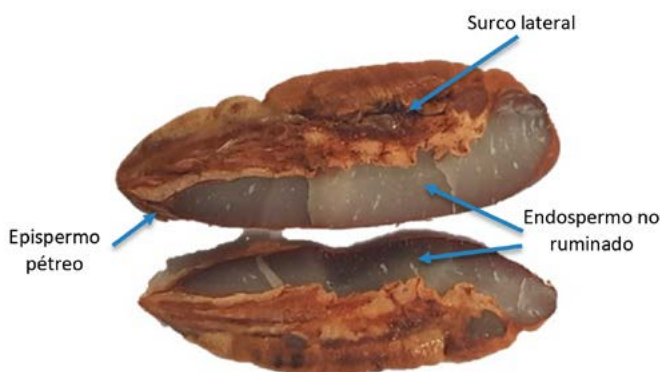


Semilla. Las semillas, también conocidas como huesos, son elipsoidales subcilíndricas y rugosas, con un surco ventral que mide entre 2 cm y 3 cm. Su tamaño varía entre 2 cm y 3 cm de largo por 0,5 cm a 1,0 cm de ancho. En ellas, el epispermo pétreo encierra un endospermo homogéneo no ruminado. Al realizar un corte longitudinal, se evidencia el epispermo pétreo y el endospermo no ruminado.

Figura 18. Corte longitudinal de fruto y semilla de la palma datilera.



Figura 19. Corte longitudinal evidenciando el epispermo pétreo y el endospermo no ruminado.



3. Ubicación de la Plantación

La palma datilera requiere cuidados continuos durante todo el año; por lo tanto, debe tener acceso mediante caminos y carreteras para facilitar las diversas actividades agronómicas y garantizar un rápido acceso durante la cosecha. La ubicación y las características físicas, químicas y biológicas del suelo definen en gran medida el manejo técnico necesario para lograr el máximo potencial de rendimiento. Se recomienda ubicar la plantación cerca de donde vivan los trabajadores o quienes realicen las diversas actividades durante todo el año, ya que la necesidad constante de mano de obra hace indispensable la contratación de personal.

4. Características del Terreno

El cultivo de la palma datilera se adapta a la mayoría de los tipos de suelo, y no existen requisitos específicos estrictos; sin embargo, se obtienen mejores resultados en términos de crecimiento, desarrollo y rendimientos comerciales en suelos profundos (mayores a 6 m), con buena retención de humedad y libre de compactación. Las palmeras datileras son tolerantes a la salinidad del suelo. Por ello, se sugieren suelos arenosos, limo-arenosos o francos, aunque también pueden crecer en otros tipos de suelos con texturas finas, que pueden mejorarse mediante prácticas agronómicas que

favorezcan la aireación, filtración de agua, aportes de materia orgánica y manejo para incrementar la diversidad biológica del suelo.

Los requerimientos edafológicos más precisos incluyen un pH óptimo entre 7,7 y 8,7, aunque pueden tolerar valores alcalinos de hasta 11 sin un decremento significativo en el rendimiento. La conductividad eléctrica es un factor clave, y la palma datilera muestra una alta tolerancia a condiciones adversas que limitarían el desarrollo de la mayoría de las plantas cultivadas. La conductividad óptima oscila entre 3 y 11 dS m⁻², pero puede producir de manera incipiente, aunque con menor rendimiento, en rangos de 11 a 17 dS m⁻². Otros autores consideran que, aunque la palma datilera puede tolerar una salinidad de hasta 12 dS m⁻², la acumulación de sales en el suelo con el tiempo reducirá considerablemente el rendimiento y la calidad del dátil (Alotaibi et al., 2023).

Las palmas datileras expresan su mayor potencial en suelos arenosos y franco-arenosos, pero pueden crecer en suelos arcillosos y pobres en materia orgánica, aunque responden favorablemente a la aplicación de materia orgánica y programas de nutrición. En general, la uniformidad del suelo afecta el manejo agronómico del cultivo, la distribución y profundidad de las raíces, así como la velocidad de infiltración del agua, la retención de humedad y nutrientes, y el exceso de drenaje de agua y fertilizantes. En ocasiones, este último aspecto es favorable en suelos con problemas de salinidad, ya que promueve la lixiviación de sales (Abdul et al., 2007).

Antes del establecimiento de la plantación de palma datilera, se deben realizar análisis físico-químicos y microbiológicos, acompañados de un análisis del perfil del suelo de al menos 2 a 3 m de profundidad. Estos análisis se consideran herramientas clave para conocer el contenido nutrimental del suelo (características físico-químicas) y el estado microbiológico del mismo, es decir, analizar la capacidad del suelo para llevar a cabo las funciones bioquímicas y fisiológicas necesarias para que esos nutrientes sean aprovechables por la palma datilera (características microbiológicas). Con esta información, se busca predecir, prevenir o corregir los problemas que limitan el máximo potencial de rendimiento y la efectividad de las estrategias tecnológicas de producción, como el uso de fertilizantes, enmiendas orgánicas, mejoradores de suelos y

bioinoculantes, o establecer un sistema de drenaje parcelario en caso de ser necesario.

En general, aunque la palma datilera tolera altos niveles de salinidad en comparación con otros frutales, se sugiere seleccionar terrenos con las mejores características posibles para su cultivo

5. Preparación del Terreno

La preparación del terreno para establecer la plantación de palma datilera debe incluir prácticas agronómicas que ayuden a mejorar las condiciones del suelo, obteniendo agregados de menor tamaño y uniformidad superficial, pero aumentando el espacio poroso en el subsuelo. Esto favorecerá el intercambio de gases, facilitará la infiltración y retención de humedad, y permitirá a las raíces obtener agua y nutrientes con mayor facilidad.

De manera tradicional, la preparación del suelo en la región se inicia con un subsoléo sencillo o dos pasos en forma cruzada, lo que depende del nivel de compactación del suelo. Posteriormente, se realiza un barbecho, seguido de uno o dos pasos de rastra cuando aún haya un poco de humedad residual en el suelo, y finalmente la nivelación, trazado de la plantación, formación de cepas y plantado.

Subsoléo

El subsoléo consiste en romper el suelo a profundidades de 1,2 m a 1,5 m, con el objetivo de voltearlo sin cambiarlo de posición. Se recomienda realizarlo en suelos compactados, principalmente por el exceso de paso de maquinaria o en suelos con problemas de acumulación de sales. Esta práctica tiene como función romper las capas más profundas del suelo que están endurecidas o la capa dura llamada “piso de arado”, que se forma después de los 30 cm de profundidad debido al constante paso de maquinaria.

El subsoléo permite la aireación del suelo, la infiltración, la movilización de sales, la retención de humedad, el desarrollo de raíces y una mayor diversidad biológica en el suelo. Para mayor eficiencia en la realización de esta práctica, se recomienda utilizar un subsoléo tipo topo ,

que es un balín o torpedo que se coloca en la parte inferior trasera del subsoléo, facilitando la construcción de túneles internos para el drenaje rápido del exceso de agua y sales que pueden acumularse al nivel de las raíces de la palma datilera.

Barbecho

El barbecho es la operación que se realiza normalmente posterior al subsoléo, y consiste en cortar, romper y voltear el suelo. Se recomienda para terrenos duros e infestados de maleza anual o perenne, ya que sirve para aflojar la capa superficial y arable del suelo, incorporar residuos de la cosecha anterior y controlar plagas en desarrollo exponiéndolas a la intemperie. Generalmente se realiza tanto con arado de discos como con arado de vertedera. La época más adecuada para realizar esta práctica es después de la cosecha (preferentemente en junio o julio), aprovechando la humedad residual del cultivo anterior, y se lleva a cabo a una profundidad de 30 cm a 45 cm, cuando el terreno lo permita.

Rastreo

El rastreo es una práctica necesaria para desmenuzar, mullir e invertir los terrones grandes dejados por el barbecho, y se realiza a una profundidad de 10 cm a 20 cm. En ocasiones, puede realizarse antes del subsoléo, barbecho o como práctica frecuente en la plantación para eliminar malas hierbas o incorporar residuos de cosecha. Generalmente se lleva a cabo antes de la plantación para uniformizar el terreno, especialmente en los casos en los que no se utiliza la nivelación.

El paso de rastra o rastreo es necesario cuando existe una gran cantidad de terrones, y en caso de persistir terrones grandes, se recomienda efectuar un segundo paso en forma cruzada. Cuando se pasa la rastra una sola vez, debe hacerse preferentemente cuando el suelo esté ligeramente húmedo para evitar la formación de terrones grandes. Por lo general, en los terrenos que se cultivan de forma continua todos los años solo debe rastrearse una vez, mientras que en un suelo recién desmontado o un área de cultivo con varios años de descanso, debe rastrearse al menos dos veces o más hasta obtener un suelo libre de terrones, mullido y en buenas condiciones para el trazo y establecimiento de la palma datilera.

Nivelación del Terreno

La nivelación del terreno consiste en una práctica de acondicionamiento físico del suelo que implica remover tierra de las partes altas, trasladarla y depositarla en las áreas bajas, según el desnivel entre dos o más puntos del terreno. Es decir, es una operación de movimiento de suelo cuya finalidad es transformar la superficie de un terreno natural en un plano horizontal o formar una pendiente de inclinación para facilitar las labores agrícolas.

Para la realización de esta práctica es necesario un levantamiento topográfico que determine los cortes y rellenos necesarios.

6. Variedades

El origen y número de variedades o cultivares de palmas datileras son poco conocidos, ya que su procedencia es confusa. Sin embargo, debido a su distribución y al interés antropocéntrico en su cultivo a lo largo de la historia, podemos encontrar diversos cultivares muy ancestrales en la Península Arábiga, el norte de África y Oriente Medio. Esto genera incertidumbre sobre su cantidad exacta, ya que en ocasiones los nombres pueden ser sinónimos entre países. Las principales variedades cultivadas en México son:

Mejhoul (Medjool)

También conocida como *Mejhol*, *Madqul*, *Majdoul*, *Majhool*, *Majhul*, *Mashguul*, *Mechghoul*, *Medjeheul*, *Medjool*, *Medjoul*, *Mejhoul* y *Mejool*, el dátil *Mejhoul* es conocido como “La joya de los dátiles”. Sus características físicas, químicas y biológicas le otorgan una apariencia atractiva, con tamaños grandes, color marrón, textura succulenta y pulpa jugosa, además de un sabor ligero a jarabe de arce (Zaid and Oihabi, 2022).

Mejhoul se originó en el Valle de Tafilalet, en la provincia de Errachidia, Marruecos. Desde el siglo XVII, este dátil ya era conocido en Europa, especialmente en España e Inglaterra, donde se comercializaba a un precio elevado debido a su alta calidad. Sin embargo, en Marruecos,

la enfermedad Bayoud (*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*) afectó severamente su cultivo. En 1927, Estados Unidos importó once palmas *Mejhoul* desde Marruecos (31°56'15.1N, 3°36'10.1"O). Al llegar, estas fueron fumigadas, puestas en cuarentena y posteriormente plantadas en Nevada, donde permanecieron en cuarentena de 1927 a 1936.

Las primeras palmas datileras *Mejhoul* que llegaron a México fueron importadas en forma de hijuelos desde Estados Unidos hacia el Valle de San Luis Río Colorado, Sonora, y el Valle de Mexicali, Baja California, en 1968. Esta es la variedad más plantada en México, con frutos de tamaño grande, pulpa suave, color marrón con tonalidades variables. Su atractiva apariencia ha hecho que sea muy popular en las últimas décadas entre cultivadores y consumidores, produciendo frutos blandos (con más del 30 % de humedad) y grandes (de 20 g a 40 g).

Es una variedad precoz, ya que puede fructificar a partir del tercer año y logra alcanzar cosechas importantes desde el quinto al octavo año (90 kg por planta); sin embargo, se considera adulta entre el doceavo y quinceavo año. El período de floración a cosecha es de 180 días. Es necesario realizar raleo manual de frutos en cada espiguilla para mejorar su calibre. Algunos productores utilizan anillos esparcidores galvanizados que se insertan en el racimo antes de que los frutos alcancen la madurez, especialmente en la etapa *khalal*, para mejorar la ventilación y reducir problemas como la *punta negra*. Los racimos se colocan en bolsas de *malla* para evitar daños causados por plagas y fauna silvestre, como aves. Los frutos son cosechados a mano a medida que maduran.

Los rendimientos de fruta oscilan entre 68 kg y 91 kg por palma en cada temporada, alcanzando ocasionalmente hasta 120 kg por palma anualmente con un manejo agronómico adecuado (Johnson and Hodel, 2007).

Figura 20. Palma datilera y frutos de Mejhoul.



Deglet Noor

También conocido como el “dátil de la luz”, Deglet Noor es la segunda variedad de dátiles más plantada y comercialmente importante en México. Se originó en Argelia y fue introducido por primera vez en 1900 en Estados Unidos, inicialmente en Arizona y luego en California. Deglet Noor tuvo un gran valor comercial y adaptación, ya que produce frutas de mejor calidad en California; por lo tanto, hubo una alta demanda de hijuelos, lo que originó varias importaciones importantes durante el período 1911–1921.

Los frutos son semiblandos, de color marrón semiseco y tienen un excelente sabor, además de una maduración tardía. El período de floración a cosecha es de 200 días. Los frutos son semiblandos (con entre 20 % y 30 % de humedad), de bajo dulzor, tamaño mediano y alargados. Se cosechan cuando todo el racimo está deshidratado para facilitar su manipulación, por lo tanto, se cosecha el racimo completo de una sola vez, lo que la diferencia en manejo de Mejhoul y representa un ahorro en costos de mano de obra. La textura semiblanda y firme de la fruta durante la recolección minimiza los daños durante el embalaje, la manipulación y el almacenamiento.

Es una variedad de alta producción, pero sensible a las lluvias y alta humedad relativa. Sus frutos pesan entre 8 g y 11 g por pieza, y su cosecha ocurre de octubre a diciembre en el Valle de Mexicali, Baja California, y San Luis Río Colorado, Sonora. La vida poscosecha es mejor que la de las variedades *Mejhoul* y *Barhee*. Esta variedad puede deshuesarse mecánicamente. Las palmas adultas de Deglet Noor producen entre 91 kg y 136 kg por temporada y generan entre 8 y 12 vástagos por palma (Johnson and Hodel, 2007).

Figura 21. Palma datilera y frutos de Deglet Noor.



Barhee

Barhee, también conocida como *Burhi* o *Barh*, fue introducida desde Irak en 1913 a Estados Unidos y posteriormente a México. Es un dátil suave y crujiente en la etapa de *khalal*, momento en el que se cosecha cortando racimos completos y dejando las frutas adheridas, lo que la hace única e inusual debido a las características de su fruta, que tiene un excelente sabor y cualidades incluso en las etapas *khalal*, *rutab* y *tamar*. Durante el proceso de maduración, se caracteriza por el cambio de color de un amarillo brillante hasta ámbar y, finalmente, a un marrón oscuro. Tiene una forma ligeramente ovoide a cilíndrica. El período de floración a cosecha es de 160 días.

El dátil de *Barhee* se puede consumir fresco debido a la reducción de la concentración de taninos. Para consumo, tiene una textura firme, piel crujiente cuando cambia de verde a amarillo, pero ligeramente astringente, a diferencia de otras variedades en la etapa *khalal*; volviéndose cada vez más suave a medida que madura hasta alcanzar un color ámbar y una textura suave, con un sabor dulce y agradable. Se describe como una variedad de maduración tardía, pero esto es en referencia a la etapa *tamar* de color marrón.

Se comercializa en tiendas y mercados de abarrotes especializados en productos del Medio Oriente en Estados Unidos. Produce muy pocos hijuelos, con un rango de entre 6 y 8 por palma. La variedad *Barhee* tiene un alto rendimiento, con un promedio de entre 113 kg y 136 kg por palma en cada temporada (Johnson and Hodel, 2007). Sin embargo, hay reportes de que un árbol puede producir entre 6 y 20 racimos de dátiles por árbol, y cada racimo puede pesar entre 8 kg y 15 kg, lo que le otorga el potencial de rendimientos de entre 300 kg y 600 kg por palma.

Figura 22. Palma datilera y frutos de Barhee.



Zahidí

También conocido como *Zahidi*, es un dátil semiseco que se introdujo desde el norte de Irak en 1913. El fruto es rojizo a mitad de temporada y marrón cuando madura. Es un dátil de calibre que varía de pequeño a mediano, con forma ovalada, piel suave y delicada. Presenta una piel de color marrón pálido y una pulpa interna gruesa y dorada que rodea una

sola semilla. Tiene un sabor ligeramente dulce, con un contenido de azúcar considerablemente más bajo que el de *Mejhoul*. Su textura es semiseca.

La cosecha de racimos enteros se realiza cuando los frutos están aproximadamente en tres cuartas partes de su madurez, completando la maduración de las frutas menos maduras en *cámaras de maduración*. La palmera *Zahidi* se caracteriza por tener una corona de hojas compacta, muy vigorosa y resistente. La producción promedio es de entre 91 kg y 136 kg de fruta por palma por temporada (Johnson and Hodel, 2007).

Figura 23. Frutos de Zahidí.



Fuente: <https://bautistaorganicdates.com/datecultivars.html>

Khadrawy

Es una variedad que tiene frutos pequeños y blandos al tacto, la pulpa interior es muy blanda, dulce, con ligero sabor a miel. El fruto al deshidratarse tiene tonos oscuros, textura seca y quebradiza.

Figura 24. Frutos de Khadrawy.



Fuente: <https://bautistaorganicdates.com/datecultivars.html>

Halawy

Originario de Basora, Iraq y se introdujo a Estados Unidos en 1902. *Halawy* significa “Dulce”. Es un dátil de calibre pequeño, con piel suave y delicada. El fruto deshidratado tiene ligero sabor a mantequilla. Es una variedad poco cultivada, pero su textura ligera, con pulpa pastosa, cremosa y suave.

Figura 25. Frutos de Halawy



Fuente: <https://bautistaorganicdates.com/datecultivars.html> y <https://oasisdate.com/pages/halawy-dates>

7. Propagación

Las palmas datileras se pueden reproducir de forma sexual por semilla o asexual por hijuelo o plantas por cultivo de tejidos.

Propagación Sexual por Semilla

Las plantas procedentes de semillas tienen características de ambos progenitores, por lo tanto, son muy variadas o heterogéneas; aproximadamente la mitad de ellas serán hembras y la otra mitad, machos. La mayoría de las palmas procedentes de semilla presentarán una calidad comercial inferior en los frutos en comparación con los frutos de variedades comerciales. La reproducción por semilla solo se utiliza de forma comercial y en menor escala para la obtención de plantas macho, así como para la multiplicación de palmas con fines ornamentales y mejoramiento genético. Las palmas datileras procedentes de semilla: los machos emiten sus primeras inflorescencias a los 3 o 4 años, y las palmas hembra de semilla lo hacen a los 4 a 6 años de edad.

Propagación Asexual por Hijuelos

La propagación por hijuelos es el método más utilizado de forma tradicional desde la antigüedad por los agricultores del Medio Oriente, y de manera similar en el Noroeste de México, donde tiene preferencia debido a la facilidad de conservar las características y calidad comercial de las palmas datileras. Se caracteriza porque, durante la fase de desarrollo vegetativo, la palma datilera promueve la formación de hijuelos en las axilas de las hojas, los cuales conservan las características fenotípicas y genotípicas de la palma madre.

Los hijuelos utilizados son aquellos formados por debajo del nivel del suelo, que después de un período de entre 18 y 36 meses podrán extraerse y formar una nueva planta independiente. Los hijuelos se producen principalmente en un número limitado (hasta un máximo de 20 a 30) durante el inicio productivo de la palma (de 4 a 30 años), dependiendo de la variedad, fertilización, riego y acumulación de suelo alrededor de la planta.

La propagación por hijuelos tiene ciertas ventajas, como: plantas genéticamente similares con apariencias fenotípicas comunes a la madre y producción de los primeros frutos a los tres o cuatro años de plantadas. Sin embargo, existen algunos inconvenientes, como la incapacidad de

satisfacer grandes necesidades de material reproductivo con características similares en peso, tamaño o edad, así como el riesgo de dispersión de plagas y enfermedades cuando no se realiza una supervisión exhaustiva del material a propagar.

Figura 26. Propagación por hijuelos.



Propagación Asexual por Cultivo de Tejidos o In Vitro

Es un método de micropropagación o clonación desarrollado en laboratorio para la reproducción vegetativa a partir del cultivo de células o tejidos apicales de la palma datilera, con el objetivo de generar individuos con características genéticas y fenotípicas similares a su progenitor. Este proceso se realiza mediante embriogénesis somática u organogénesis directa .

La embriogénesis somática se caracteriza por el desarrollo de una célula somática en un embrión con una estructura bipolar, lo que resulta en la formación del brote y la raíz. Esta técnica es ampliamente utilizada en laboratorios comerciales debido a su alto potencial para la producción de un mayor número de plantas de forma rápida y a gran escala.

Por otro lado, la organogénesis se caracteriza por la formación directa de yemas adventicias en el explante, lo que permite producir nuevas palmas y posteriormente regenerar raíces. La organogénesis tiene una menor eficiencia de multiplicación que la embriogénesis somática, pero permite la preservación de las características genéticas y fenotípicas de las plantas multiplicadas (Amine and Meziani, 2015).

Entre las ventajas del cultivo de tejidos están la multiplicación rápida y a gran escala de plantas uniformes, genética y fenotípicamente similares a la palma progenitora, así como la obtención de plantas libres de virus y enfermedades. Sin embargo, también pueden presentarse algunas desventajas, como el costo por palma, que es similar al de los hijuelos, y ciertos problemas relacionados con variaciones somaclonales que pueden manifestarse durante o después del proceso de reproducción *in vitro*.

Figura 27. Plantas *in vitro* de palma datilera.



Figura 28. Planta de dos años de plantada y vista general de plantación de palma datilera *in vitro*.



8. Parámetros Técnicos de Hijuelos para Trasplante

El hijuelo seleccionado debe estar libre de plagas y enfermedades, tener entre 3 y 5 años de edad, un diámetro de base de 20 cm a 35 cm y un peso entre 10 kg y 25 kg. Además, deberá contar con suficientes raíces. En ocasiones, puede presentar fructificación y la producción de una segunda generación de hijuelos originados en el propio hijuelo.

No se recomienda quitar hojas de un vástago hasta que este se desprenda de la palma madre, ya que el crecimiento y desarrollo de un hijuelo es proporcional a su área foliar. Sin embargo, cuando las hojas interfieren con el manejo del cultivo, estas pueden juntarse y amarrarse. Es muy importante realizar la limpieza y corte de raíces posterior a la separación y extracción del hijuelo de la planta madre, ya que durante este proceso se cortan y dañan todas aquellas raíces con crecimiento activo tanto del hijuelo como de la palma madre de donde se extrajo el hijuelo.

Posteriormente, se debe conservar el hijuelo en agua con un fungicida sistémico de amplio espectro y un producto hormonal que contenga auxinas (ácido indolbutírico – AIB o ácido indolacético – AIA), manteniéndolo en la sombra y trasplantándolo antes de 24 horas para incrementar la sobrevivencia del hijuelo.

9. Fechas de Trasplante

Para determinar la fecha óptima para el trasplante, es importante definir un programa de manejo técnico de la planta madre tres a cuatro meses antes, con el objetivo de promover la formación de nuevas raíces. Este proceso define la capacidad del hijuelo para formar sus propias raíces y facilita su extracción del lugar donde está adherido a la palma madre, para posteriormente plantarlo en otro lugar diferente. Para considerar que hubo éxito en el enraizado, los hijuelos deben formar de manera independiente un sistema de raíces suficiente para satisfacer todas las necesidades de agua y nutrientes.

De acuerdo con las condiciones agroclimáticas de la región del Valle de Mexicali, Baja California, y San Luis Río Colorado, Sonora, se recomienda el siguiente calendario de extracción y trasplante de hijuelos de palma datilera.

Cuadro 1. Periodo recomendado para extracción y trasplante de hijuelos Mejhoul.

15 marzo al 15 de abril	15 de abril al 15 de mayo	15 de mayo al 15 de junio
Periodo recomendado	Periodo óptimo recomendado	Periodo poco recomendado

El proceso de enraizado de los hijuelos es complejo y muy lento para la formación de nuevas raíces, ya que depende de factores como la cantidad de raíces iniciales, el tamaño del hijuelo, el manejo de la humedad y las condiciones ambientales proporcionadas durante todo el proceso. Para lograr un enraizado adecuado, se requieren entre tres meses y un año, con un máximo de dos años, para desarrollar un sistema radicular suficiente que permita a la palma datilera crecer y desarrollarse de manera independiente. La pérdida o muerte del hijuelo depende del manejo agronómico, con especial atención al mantenimiento de niveles de humedad del suelo entre veinte y veinticinco centibares de forma constante, evitando en todo momento inundar o excederse en el riego en la base del tallo.

10. Diseño, trazado y densidad de plantación

Diseño de plantación

El diseño de plantación o marco de plantación se obtiene a partir de la combinación entre la distancia entre palmas y la forma de distribuirlas. Este diseño debe favorecer el máximo potencial de crecimiento, así como la mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales, económicos y humanos, con el objetivo de maximizar el rendimiento de la palma datilera.

Antes de realizar el trazado, es necesario considerar la ubicación de las diferentes áreas destinadas a procesos posteriores, como la cosecha y el empaque. En el caso de terrenos irregulares, se debe tomar como línea base el lado de mayor longitud. Dada nuestra posición geográfica y latitud, la orientación de las líneas de palmas datileras es crucial; estas deben estar orientadas de norte a sur para lograr una captación óptima de luz durante los días cortos del invierno.

La densidad de plantación más común para las palmas datileras es de 8 metros entre hileras y 8 metros entre palmas. La distribución puede realizarse en un marco real o cuadrado, rectangular o en tres bolillos, lo que genera las siguientes densidades de plantación:

Cuadro 2. Densidad de población de palmas datileras Mejhoul por hectárea.

Distancia entre hileras (metros)	Distancia entre palmas (metros)	Número de palmas datileras por hectárea
8	8	156*
9	9	123
10	10	100

*Densidad más recomendada para el Valle de Mexicali, B. C. y San Luis Rio Colorado, Son.

Trazado de plantación

El trazado de la plantación es la actividad que se realiza para determinar los puntos exactos donde se excava la cepa o hoyo, previo al trasplante de las palmas datileras. Esta actividad se lleva a cabo después de haber establecido la distancia de siembra y debe considerar factores como el cultivar, el tipo de suelo, el manejo agronómico y la topografía. Para realizar el trazado, es recomendable construir un polígono cerrado utilizando un teodolito y una mira, colocando estacas en los puntos precisos donde se ubicarán las palmas.

Figura 29. Trazado de palma datilera.



11. Formación de hoyos o cepas de trasplante

La cepa es un hoyo que se forma para plantar la palma datilera. Puede realizarse de forma cuadrada, con dimensiones de 1 metro de largo por 1 metro de ancho y 1 metro de profundidad, o de forma circular, utilizando una broca, con un diámetro de 0,7 a 1 metro y una profundidad de 1 metro. En suelos de textura arenosa o limo-arenosa no es necesario usar arena o tierra limosa; en cambio, en zonas con suelo arcilloso, se recomienda rellenar con arena fina o tierra limosa para permitir una mayor aireación y promover el desarrollo de nuevas raíces.

En el método de plantación directa con hijuelos recién extraídos de la palma madre para trasplante a campo, se requieren suelos previamente sueltos y mullidos. La cepa debe ser preferentemente circular, con un diámetro de 0,7 a 1 metro y una profundidad de 1 metro, o cuadrada, con dimensiones de 1 metro de ancho por 1 metro de largo y 1 metro de profundidad. Esto favorece el rápido crecimiento de las raíces periféricas basales del hijuelo, las cuales fueron cortadas o están en activo crecimiento y formarán el sistema radicular de la palma datilera.

Cuando el suelo es arcilloso, se recomienda usar tierra limosa o arena para plantar y completar la cepa, lo cual favorece una mayor aireación y drenaje, aspectos clave para el proceso de enraizado.

Figura 30. Elaboración de cepas y plantado de palma datilera.



Los hijuelos provenientes de macetas o que fueron enraizados en suelo deben ser regados el día anterior para favorecer la hidratación óptima de la palma datilera que será trasplantada. Posteriormente, se transportan y distribuyen las macetas en el terreno junto a la cepa, que previamente fue humedecida, con el fin de evitar que al colocar la planta en el suelo, sus raíces entren en contacto directo con el aire y se deshidraten. Antes de plantar, se debe cortar y retirar la bolsa o el material que cubría las raíces para favorecer su crecimiento posterior. En suelos arenosos o migajón arenoso, se planta utilizando el mismo suelo extraído de la cepa; sin embargo, en suelos arcillosos, se recomienda el uso de arena limosa, que debe colocarse en la parte inferior de la cepa y alrededor del hijuelo o planta de maceta. Posteriormente, se debe compactar gradualmente el suelo circundante del hijuelo o maceta para evitar que esta se mueva al regar. Para finalizar, se compacta nuevamente alrededor de la planta, se forma un montículo de suelo y se aplica un riego alrededor de la base del hijuelo. El montículo de suelo formado alrededor del hijuelo ayuda a protegerlo, evitando que el agua penetre directamente en la base del tallo durante los riegos. Además, previene daños en posibles sobrerriegos o inundaciones, lo cual afectaría negativamente la formación de nuevas raíces y, por ende, el proceso de enraizado. Regularmente, en plantas sin el montículo de tierra, se observa una mayor pudrición de raíces o del material muerto circundante del hijuelo.

12. Manejo y preparación del hijuelo antes del trasplante

Los hijuelos representan una forma práctica de reproducir las palmas datileras, aunque su prendimiento o enraizado puede resultar complicado. Es necesario realizar prácticas de manejo en la planta madre antes de la extracción, como la fertilización y los riegos, lo que promueve la formación de nuevas raíces. Esto aumenta la posibilidad de que, tras la extracción del hijuelo, este tenga un mejor prendimiento y desarrollo radicular.

Figura 31. Vista general de raíces al momento de extracción y corte de unión del hijuelo y la palma datilera.



A. Presencia de raíces al momento de extracción del hijuelo



B. Corte longitudinal del hijuelo por la separación de la palma madre

Método para el enraizado de hijuelos en maceta con arena bajo malla sombra negra

El enraizado de los hijuelos de la palma datilera es un proceso lento y prolongado en comparación con otros cultivos. Por ello, se han investigado nuevas alternativas que permiten mejorar la eficiencia en la sobrevivencia y formación de raíces. A continuación, se describe el proceso de enraizado en maceta con arena bajo una malla sombra del 85 % al 95 %.

1. Selección del hijuelo : El hijuelo seleccionado para el enraizado debe estar libre de plagas y enfermedades.
2. Extracción del hijuelo : La palma madre debe ser regada y fertilizada con nitrógeno, fósforo y potasio desde tres meses antes de extraer el hijuelo.
3. Poda de hojas : No deben podarse las hojas del hijuelo mientras esté adherido a la palma madre; esta actividad se realiza solo al momento de su extracción. El hijuelo debe tener entre tres y cinco años de edad, un diámetro de base de 20 a 35 cm y un peso superior a 10 kg pero no mayor a 25 kg debido a las dificultades de manejo.
4. Lavado y corte de raíces : Se deben lavar, cortar y retirar todo el material muerto o dañado durante la extracción del hijuelo, incluyendo

raíces o secciones de raíces afectadas.

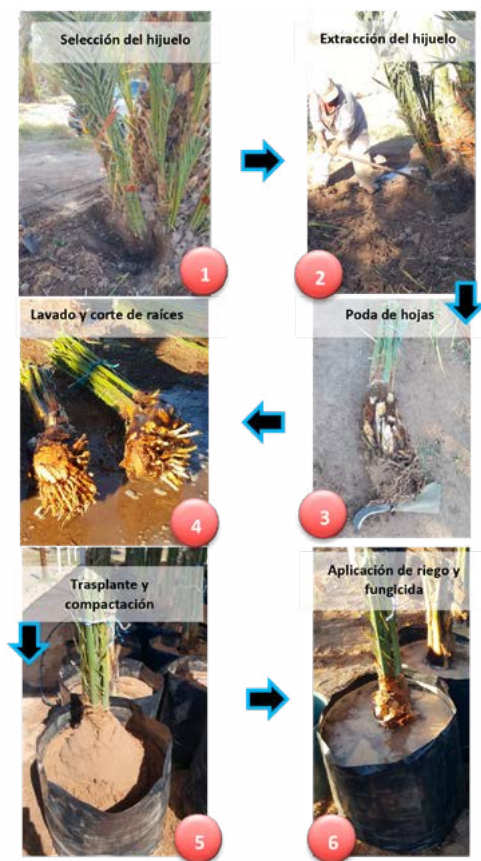
5. Trasplante y compactación : Se deben utilizar macetas o bolsas negras de 45 a 50 litros tratadas contra rayos UV. Al llenarlas, estas deben colocarse bajo sombreado del 75 % al 95 %. El sustrato debe ser arena gruesa (Tucuruquay) de 2 a 0,05 mm de diámetro para la parte inferior de la bolsa, lo que favorece un rápido drenaje posterior al riego. El resto del relleno y compactación se realiza con arena fina de 0,05 a 0,002 mm de diámetro (tierra limosa). El hijuelo se coloca en el centro de la bolsa, se aplica tierra limosa alrededor y se compacta de forma uniforme.
6. Aplicación de riego y fungicida : Inmediatamente después del trasplante, se inunda la maceta con agua y se aplica un fungicida sistémico (Carbendazim o Tiofanato metílico) de amplio espectro, en una dosis de 2 a 2,5 g de ingrediente activo por litro de agua. Se recomienda realizar aplicaciones posteriores cada 15 a 25 días, según la respuesta del hijuelo, durante los primeros tres meses o hasta que este presente un crecimiento de al menos un metro de longitud a partir del corte realizado en el momento del trasplante.

Para obtener el mayor éxito en el enraizado de los hijuelos, se recomienda colocar dos sensores de humedad de matriz granular que midan de forma indirecta la humedad del suelo mediante resistencia eléctrica de estado sólido a 15 cm y 30 cm de profundidad. Esto permite mantener la humedad del sustrato constante entre 20 y 25 centibares (cb) o kilopascales (kPa).

El proceso de enraizado continúa en los hijuelos en maceta durante un período mínimo de seis meses a un año. El indicador de que los hijuelos han enraizado es un crecimiento de al menos un metro de longitud a partir del punto donde se realizó el corte apical de las hojas. Una vez enraizados, es conveniente continuar con riegos frecuentes, ajustados según la humedad, y aplicar un programa de fertilización y enraizadores que contengan ácido indolbutírico (AIB) y ácido indolacético (AIA).

Figura 32. Diagrama del método para enraizado de hijuelos en maceta con arena bajo malla sombra negra

Diagrama del método para enraizado de hijuelos



Método directo para el enraizado de hijuelos en campo

El enraizado de los hijuelos de palma datilera, cuando se realiza directamente tras su extracción de la palma madre, requiere que estos permanezcan en agua con fungicida y enraizadores que contengan auxinas. Este proceso debe llevarse a cabo en un lugar sombreado y, preferentemente, con una temperatura fresca. La preparación y el proceso de trasplante

son muy similares al método utilizado para el enraizado en maceta. Sin embargo, debido a las condiciones adversas y al escaso control sobre la radiación directa, la temperatura y la humedad constante, es fundamental que los hijuelos permanezcan sumergidos en agua hasta el momento del trasplante.

Posteriormente, se recomienda aplicar pintura vinílica blanca en las hojas externas o cubrir todas las hojas con materiales como tela sintética, costal de ixtle, papel u otro material que proteja desde la base. Este material debe ser ligero, resistente a la exposición ambiental y permitir el paso de luz difusa, agua y aire.

Figura 33. Hijuelo preparado para trasplante e hidratado en agua con fungicida y enraizador.



Figura 34. Hijuelo de palma datilera trasplantado en campo sin cubierta de hojas basales y cubierto con papel.



Figura 35. Hijuelo de palma datilera en crecimiento.



Para evaluar el éxito del prendimiento, se consideran dos aspectos importantes:

1. Crecimiento de hojas apicales de al menos un metro de longitud y la presencia de tres a cinco nuevas hojas formadas.
2. Evaluación del desarrollo radicular mediante una excavación lateral hasta encontrar raíces en crecimiento.

Ambos métodos indican que el proceso de enraizado está ocurriendo de manera adecuada y, por ende, permiten considerar la sobrevivencia del hijuelo como exitosa.

Método de enraizado de hijuelos en vivero en campo

El método de enraizado de hijuelos en vivero en campo mejora el éxito del prendimiento, ya que permite un mayor control de algunos factores que afectan el proceso de formación de raíces. Sin embargo, es utilizado principalmente por productores que no cuentan con la infraestructura necesaria para realizarlo en bolsas con arena y malla de sombreo, pero desean trasplantar palmas datileras con raíces y parte del suelo circundante después de haber enraizado.

Este método debe seguir las mismas condiciones de extracción, preparación del hijuelo y manejo para reducir la deshidratación. Es fundamental seleccionar cuidadosamente el área o terreno donde se instalará el vivero de hijuelos. Idealmente, este debe tener un suelo arenoso o migajón arenoso, con excelente drenaje y fácil de manejar.

La preparación del terreno comienza con la eliminación de malezas, paso de subsuelo, doble rastreo, nivelación y trazado de las líneas de plantación, dejando una distancia de uno a dos metros entre los hijuelos. Esto facilita el acceso técnico y las labores durante el proceso de enraizado. El hoyo o cepa de plantación debe tener una profundidad de 75 a 100 cm. Posteriormente, se planta el hijuelo, cubriendo la base con suelo y compactando gradualmente mientras se añade más tierra alrededor del tallo, asegurando que el hijuelo permanezca estable. Al final, se forma un montículo que evite que el agua fluya directamente hacia la base del hijuelo durante los riegos por inundación o goteo, ya que esto podría provocar pudrición y, eventualmente, la muerte del hijuelo.

El proceso de enraizado puede durar entre ocho meses y dos años, dependiendo del desarrollo de las palmas enraizadas. La evaluación se realiza de manera similar al proceso utilizado cuando se enraíza en maceta con arena o mediante trasplante directo en campo. Posteriormente, se identifican y marcan aquellas palmas que presentan el mayor crecimiento, y se procede a remover los hijuelos siguiendo las siguientes indicaciones:

1. Se recomienda realizar esta actividad entre marzo y junio. Antes de la extracción, se debe aplicar riego dos días antes para hidratar la planta y humedecer el suelo.
2. Opcionalmente, se puede realizar una poda apical. Además, se deben amarrar las hojas laterales y cortar en la base los hijuelos laterales de la palma enraizada, los cuales volverán a crecer posteriormente. También se pueden amarrar las hojas a la planta madre.
3. Con una pala afilada y recta, se forma un cepellón de tierra de 30 a 50 cm alrededor del hijuelo enraizado.
4. Se coloca plástico para sostener el suelo que conforma el cepellón, lo que reduce la deshidratación por exposición de las raíces al ambiente y facilita su manejo posterior durante el transporte.
5. Finalmente, se colocan sujetadores o arneses alrededor del cepellón, lo que facilita la extracción. Debido a su peso, se requiere la ayuda de maquinaria para extraer, transportar y llevar los hijuelos al terreno destinado para el trasplante definitivo.

Figura 36. Palma datilera enraizada en suelo



Figura 37. Palma datilera con raíces protegidas con plástico.



Figura 38. Palma datilera con arnés para su extracción.



Figura 39 Palma datileras preparadas para transporte a campo.



13. Cuidados del hijuelo de maceta posterior al trasplante

Las plantaciones de hijuelos en vivero presentan la ventaja de proporcionar un mayor control sobre las condiciones ambientales y el manejo agronómico. En evaluaciones realizadas con productores cooperantes en plantaciones comerciales, se encontró que el enraizado, siguiendo las indicaciones del personal investigador del INIFAP, permite lograr una mayor sobrevivencia y éxito en el proceso de enraizado. Esto se debe al control parcial de factores como la humedad del suelo, la radiación solar, la temperatura y la presencia de enfermedades.

Figura 40. Enraizado de hijuelos en bolsa con arena en vivero con malla monofilamento del 95% de sombreado y riego por goteo.





Los hijuelos que son plantados en bolsas o suelo bajo malla sombra deben permanecer uno o dos años en estas condiciones, ya que, para el trasplante, deben tener un sistema radicular suficientemente desarrollado para evitar la deshidratación de la palma. Los hijuelos enraizados incrementan significativamente la eficiencia en la sobrevivencia de las palmas en comparación con aquellos que son plantados directamente en campo después de la extracción de la palma madre.

El enraizado de los hijuelos bajo la sombra de las palmas datileras adultas reduce la radiación solar directa; por lo tanto, representa una alternativa viable para promover el desarrollo radicular y el prendimiento de los hijuelos en maceta.

Figura 41. Enraizado de hijuelos con sombra de palmas datileras adultas



Figura 42. Hijuelos de palma datilera de dos años en maceta.



El éxito para lograr una mayor eficiencia en el prendimiento o enraizado depende de que los hijuelos sean seleccionados y extraídos cuidadosamente, conservando la mayor cantidad posible de raíces y minimizando el daño a los primordios de raíz en crecimiento. Otro aspecto relevante es

definir el número, frecuencia y cantidad de agua para el riego, ya que en todo momento se debe evitar tanto el exceso de agua, que puede provocar la inundación de la base del tallo, como su falta, que puede ocasionar la deshidratación de las hojas.

Trasplante de palmas datileras enraizadas en maceta o vivero

Las palmeras datileras que ya cuentan con raíces pueden trasplantarse en cualquier época del año; sin embargo, generalmente se recomienda hacerlo a principios de año o durante la primavera, cuando las plantas están en activo crecimiento radicular y foliar. En esta etapa, las palmas pueden adaptarse más fácilmente al estrés causado por el corte de raíces durante su traslado, además de que las temperaturas son más favorables tanto durante el día como en la noche.

Antes de movilizar o extraer las palmas, es fundamental equilibrar la humedad del sustrato o suelo, lo que reduce el riesgo de deshidratación o estrés por calor. Los días soleados de esta estación proporcionan condiciones de luz solar directa que estimulan la formación de nuevas raíces antes de la llegada del verano, cuando el clima es más caluroso y la mayor radiación solar, junto con días más largos, pueden provocar la deshidratación de la palma antes de que logre adaptarse a campo abierto, donde hay menor protección ambiental que en el proceso de enraizado.

Otro aspecto importante para reducir el estrés postrasplante es que el hoyo o cepa deba haber sido previamente humedecido o inundado antes del trasplante. Esto permite obtener un perfil de suelo con humedad homogénea y un suelo circundante suficientemente húmedo para garantizar una adecuada compactación durante el proceso de trasplante, pero sin que esté tan seco como para afectar el equilibrio hídrico entre el sustrato del cepellón y el suelo del terreno. En suelos arcillosos, se recomienda utilizar tierra limosa o arena fina para cubrir y compactar alrededor de la palma datilera que se va a trasplanta.

Figura 43. Riego de hijuelos previo al trasplante y apertura de hoyo o cepa con broca circular en suelo arcillo-limoso.



Figura 44. Trasplante de hijuelo proveniente de maceta y formación de montículo de tierra alrededor de la palma datilera.



Cuidado de hijuelos trasplantados y plantas con raíces

Es importante plantar el hijuelo lo antes posible y a una profundidad equivalente a su mayor diámetro basal, con el fin de evitar que la base se pudra y el agua inunde el punto de crecimiento. Se puede formar un cajete de 1,5 a 1,8 metros de diámetro y de 15 a 25 centímetros de profundidad alrededor del hijuelo para prevenir encharcamientos cercanos a su base. Los hijuelos recién plantados deben mantenerse húmedos, con una tensión del suelo de 25 a 33 centibares.

En el trasplante de plantas con raíces, es fundamental mantenerlas hidratadas y realizar riegos frecuentes para mantener tensiones de 15 a 25 centibares. Por ejemplo, en palmas de un año, se puede instalar una estación de monitoreo con dos sensores (a 30 y 60 centímetros de profundidad) y llevar un registro diario para determinar el momento óptimo de riego.

Figura 45. Estación de monitoreo con sensores de humedad a 30 cm de profundidad con 21 Centibares y 60 cm de profundidad con 0 Centibares.



Evaluación del enraizado en campo

El proceso de enraizado en los hijuelos debe evaluarse mensualmente, ya que es muy lento en comparación con otros frutales, tanto en maceta como en trasplantes directos a campo abierto. Esto se debe a que la formación de nuevas raíces requiere que las heridas provocadas por el corte realizado al separar el hijuelo de la palma madre cicatricen adecuadamente. Por lo tanto, es necesario ser paciente para poder observar el desarrollo de nuevas raíces.

Se recomienda revisar la formación de nuevas raíces mediante una práctica específica: se abre una cepa cerca de la base de la palma, aproximadamente a 50 o 80 centímetros de distancia y a una profundidad de 50 a 100 centímetros. Posteriormente, se extraen secciones de suelo de forma progresiva en dirección hacia la palma hasta observar las primeras raíces. Estas deben presentar un crecimiento activo, una coloración blanca y muchos pelos absorbentes. Es importante destacar que, cuando esta práctica se realiza correctamente, no afecta ni interrumpe el proceso de formación de raíces; además, permite evaluar el avance del enraizado o la adaptación de la palma datilera recién trasplantada.

Figura 46. Evaluación de la formación de raíces posterior al trasplante.



14. Poda de hojas e hijuelos

La poda de hojas es una práctica que se realiza principalmente para eliminar aquellas hojas o secciones de hojas dañadas por el manejo del racimo o por senescencia natural, además de limitar el número de hojas por palma para facilitar otras actividades como la polinización, el amarre de racimos y la cosecha. Según Alikhani y Soleimani (2021), se reco-

mienda mantener entre 8 y 10 hojas por racimo y entre 3 y 4 hijuelos por palma, eliminando los hijuelos o vástagos aéreos. Estas proporciones son ideales para evitar afectaciones en el rendimiento y la alternancia de la producción, considerando la oferta y demanda de fotosintatos.

La poda de hojas se realiza con un machete, tijera de podar o serrucho, dejando un margen de 30 a 40 centímetros por encima de la vaina de la hoja adherida al tronco (Al-Khayri, 2005; Alikhani-Koupaei et al., 2020). Esta actividad puede realizarse durante la polinización, cuando las hojas dificultan el acceso al racimo; al momento de amarrar el racimo, para evitar daños mecánicos a los frutos; y, más frecuentemente, en noviembre y diciembre, para eliminar hojas senescentes o viejas. Este último periodo es posterior a la cosecha y se caracteriza por la poda de una o dos hileras de hojas de la parte inferior de la corona, aprovechando también para eliminar racimos ya cosechados.

En los hijuelos basales de las palmas datileras madres destinados a trasplante en la próxima temporada, las hojas se amarran y, posteriormente, se podan o despuntan solo la parte apical de las mismas. Esto permite evitar daños a los frutos o accidentes causados por las espinas de la base de las hojas o las puntas de estas. El papel de los diferentes números de hojas en el suministro de materiales fotosintéticos, su transferencia dentro de la planta y las tasas de inducción y abscisión de flores puede evaluarse mediante pruebas que analicen la intensidad y precisión de la eliminación de hojas.

La vida productiva fotosintéticamente activa de las hojas de las palmeras datileras es de 5 a 6 años. Durante un año, se deben podar aproximadamente entre 15 y 25 hojas viejas por palma (Chao y Krueger, 2007). La persistencia de las hojas en la palma datilera está directamente relacionada con la inducción floral, que ocurre entre octubre y noviembre. En este proceso, las reservas de almidón de las hojas y la relación hoja-racimo de julio a octubre influyen en la diferenciación del número de racimos por palma datilera.

Figura 47. La poda hojas está en relación a la edad, número de hojas totales y número de racimos productivos.



La poda de hojas es muy importante, pero la poda excesiva afecta a las palmeras datileras de diversas maneras. Al eliminar un número elevado de hojas, se reduce la capacidad fotosintética de la planta, lo que disminuye la cantidad, calidad y rendimiento de los frutos. Además, otro efecto colateral, tanto estético como productivo, es que cuando se eliminan muchas hojas, las nuevas hojas que desarrolla la palma son de menor longitud y tienen foliolos más pequeños en comparación con las palmas que no han sido podadas.

Cuando la poda excesiva se realiza de forma frecuente o anual, la palma datilera desarrolla un diámetro de tronco o estúpite inferior al que tendría si conservara todas sus hojas. Otro aspecto a evitar es el corte excesivo de espinas y foliolos, ya que puede provocar daños al raquis. Estos daños hacen que las hojas se vuelvan frágiles y susceptibles a daños por vientos fuertes.

Figura 48. Poda incorrecta y excesiva de hojas, espinas, foliolos e hijuelo de palma datilera.



Durante el proceso de poda de hojas, raíces o cualquier parte de las palmas, pueden transmitirse patógenos. Esto ocurre porque las herramientas utilizadas para el corte pueden transportar residuos que contienen esporas o propágulos de enfermedades; es decir, cuando se realiza un corte en una hoja enferma y, posteriormente, en una sana, esta última tiene una alta probabilidad de contraer la enfermedad. Las herramientas deben desinfectarse con cloro (200 ppm), yodo, sales cuaternarias o cualquier desinfectante permitido por las normas de inocuidad. Además, se recomienda realizar diariamente el lavado y la desinfección de las herramientas al finalizar la jornada laboral.

Manejo de los residuos de la poda

El resultado de la poda de hojas, racimos y frutos constituye uno de los principales residuos orgánicos generados por las palmas datileras. Sin embargo, muy pocos agricultores los reincorporan al terreno debido a la dificultad de su manejo y descomposición. La mayoría de los productores de dátil optan por quemar estos residuos dentro o fuera de la plantación, una práctica no recomendada desde el punto de vista ecológico, ambiental y de reincorporación de nutrientes al suelo.

Figura 49. Residuos de poda en palma datilera



Poda para selección de hijuelos basales

La palma datilera puede producir, en promedio, entre 20 y 40 hijuelos basales durante los primeros 10 a 15 años de su vida temprana. Sin embargo, esta producción dependerá de la variedad, la fertilización, el riego y la cantidad de tierra alrededor de la base de la palma, que debe mantenerse con suficiente humedad para promover nuevos brotes. Aunque algunas palmas pueden producir muchos hijuelos simultáneamente, se recomienda programar la extracción de solo 2 a 3 hijuelos por año. Esto se debe a que un hijuelo requiere entre 3 y 5 años adherido a la palma madre para formar raíces, desarrollar una segunda generación de hijuelos e incluso producir algunas inflorescencias.

En los hijuelos, la poda correcta de hojas y el manejo adecuado del número de hijuelos por palma son algunas de las principales actividades que determinan la alternancia de la producción de racimos de forma continua año tras año.

Figura 50. Poda correcta (izquierda) y poda incorrecta (derecha) de hijuelos basales.



Figura 51. Vista general de una plantación de palma datilera con poda y selección de hijuelos.



Poda o eliminación de hijuelos aéreos

Los hijuelos que crecen en el tronco de la palma datilera, en una posición elevada, tienen muy pocas probabilidades de generar raíces. Es decir, son hijuelos similares a los basales, pero debido a la falta de suelo y humedad alrededor de su base, se inhibe la formación de raíces adventicias, lo que reduce significativamente su supervivencia cuando son separados de la palma madre (Al-Mana et al., 1996).

Los hijuelos aéreos afectan las relaciones fuente-demanda, y su viabilidad como hijuelos para enraizado es mínima, con muy pocas posibilidades de sobrevivencia. Por lo tanto, se recomienda su eliminación en etapas tempranas o tan pronto como sea posible. En caso de querer promover la formación de raíces adventicias, se debe cubrir la base del hijuelo con 20 a 30 centímetros de suelo, el cual deberá mantenerse húmedo en todo momento.

Figura 52. Hijuelos aéreos sin condiciones favorables para promover raíces adventicias en la palma datilera.



En la mayoría de palmas jóvenes provenientes de hijuelos en los primeros tres o cuatro años generan gran cantidad de hijuelos basales y aéreos, pero esta es la única etapa donde se permiten dejarlos crecer libremente junto con las hojas; esto es para permitir mayor crecimiento y reducir las prácticas de manejo que a su vez generan costos de la plantación.

Figura 53. Crecimiento de hijuelos basales y aéreos en palma datilera de tres y cuatro años posterior al trasplante.



Para la eliminación de hijuelos aéreos, se puede utilizar un cincel con punta afilada y un martillo para golpear el extremo distal en la base de unión del hijuelo aéreo con la palma datilera madre. Es importante que, antes de realizar esta práctica, la plantación no presente síntomas o daños por enfermedades; sin embargo, en caso de presentarse, todas las palmas deben tratarse previamente a la eliminación de los hijuelos aéreos. Cuando la plantación está sana, no será necesario aplicar fungicidas o bactericidas, pero en todo momento deben desinfectarse todas las herramientas utilizadas con cloro, yodo u otro desinfectante antes de cortar tejidos de la siguiente palma.

15. Desespinado

Las espinas en las palmas datileras son hojas modificadas ubicadas en la sección inferior del peciolo de las hojas. Por tanto, el desespinado consiste en la eliminación total de las espinas de la sección inferior de las hojas de la palma datilera. Esta práctica regularmente se realiza previo a la polinización (diciembre-enero). Dado que es una actividad anual en palmas productivas y en activo crecimiento, cada año solo se eliminarán las espinas emergidas durante la temporada previa o el año anterior.

Durante la eliminación de espinas, es fundamental evitar daños al raquis y al peciolo de la hoja, ya que estos afectan la capacidad fotosintética, la conducción de fotoasimilados y debilitan la capacidad de la hoja

para tolerar los vientos. Una eliminación inadecuada de espinas puede causar daños en las hojas, que posteriormente se doblan o rompen, lo que finalmente provoca la caída prematura de las hojas dañadas.

Figura 54. Eliminación de espinas en palma datilera (diciembre-enero).



Figura 55. Hoja dañada por desespine inadecuado.



Regularmente, durante la práctica del desespinado, se cortan las espinas, pero también puede dañarse parte del raquis de la hoja. Esto provoca afectaciones en la capacidad de la hoja para proporcionar fotosintatos al resto de la palma, además de hacer que las hojas se vuelvan más susceptibles a dañarse o quebrarse por acción del viento o por otras prácticas de manejo.

El desespinado solo se realiza a partir del tercer o cuarto año después de la plantación de los hijuelos. Esto se debe a que, mientras no sea necesario realizar prácticas como la extracción de hijuelos, polinización, raleo, cosecha u otras actividades que involucren la manipulación de cualquier parte de la palma datilera, se debe mantener la mayor cantidad posible de área foliar. Esto favorece un mayor vigor y desarrollo vegetativo, lo cual ha sido observado en estudios previos.

Importancia de la poda de espinas en la palma datilera

Las espinas en la palma datilera representan un desafío en su manejo debido a las lesiones que provocan. La reacción del cuerpo extraño causada por una lesión con una espina puede simular varios trastornos óseos, articulares y de tejidos blandos. En ocasiones, estas lesiones requieren

un manejo cuidadoso, ya que pueden presentar complicaciones graves que dependen de la ubicación y profundidad de la lesión, el tipo de tejido blando involucrado y el estado general de salud del paciente.

Una piquera, punzada o daño causado por una espina puede generar un granuloma y provocar sinovitis o una reacción inflamatoria local aguda en los tejidos debido a una reacción química, incluso si ninguna parte de la espina permanece en el cuerpo.

Debido a que las espinas de la palma no son radiopacas, las radiografías no detectan cuerpos extraños hasta que se desarrollen lesiones óseas. Sin embargo, las espinas pueden visualizarse en los tejidos como estructuras ecogénicas rodeadas de tejido hipoecoico inflamatorio durante una ecografía. La ultrasonografía de alto rendimiento es útil para la evaluación preoperatoria del granuloma y para localizar el cuerpo extraño (Suresh, 2008).

La eliminación de espinas facilita al personal la realización de labores de manejo como la polinización, el raleo y la cosecha. El corte de espinas debe realizarse sin dañar el raquis de la hoja.

Figura 56. Espinas de palma datilera.



Figura 57. Hoja sin espinas



16. Recolección de inflorescencias masculinas y extracción del polen

En la palma datilera, generalmente las flores masculinas maduran antes que las flores femeninas entre una semana y dos, aunque en algunas ocasiones esta diferencia puede extenderse hasta más de un mes. Esto está determinado por las condiciones climáticas, principalmente por temperaturas más cálidas (Shaheen et al., 1986). El polen de la palma datilera desempeña un papel fundamental en el proceso de fecundación de la flor, ya que su viabilidad y el método de polinización influyen directamente en la calidad, desarrollo y rendimiento del fruto (Salomon et al., 2021).

El proceso de recolección de las inflorescencias masculinas, o espatas que contienen las flores y, por ende, el polen, comienza con el amarre de la espata que envuelve a la inflorescencia para evitar que se abra prematuramente. Este amarre debe realizarse antes de observar los primeros signos de apertura y debe hacerse con una cuerda o hilo de forma transversal para prevenir la pérdida de polen, ya sea por la acción de abejas o por dispersión causada por el viento.

El corte y recolección de la inflorescencia se realiza por la mañana, y se transporta junto con la bráctea que la envuelve. Sin embargo, el momento óptimo para el corte es cuando la espata se rompe longitudinalmente hasta la base de la inflorescencia, y se observa que las flores superiores han comenzado a liberar polen o están en antesis. Las inflorescencias se colocan en un recipiente o cubeta para ser transportadas al área de secado y extracción del polen.

Figura 58. Inflorescencia cerrada, al inicio de la antesis y aseguramiento con amarres transversales con rafia.



Secado y extracción del polen

El cuarto o área destinada para el secado y extracción de polen debe ser un espacio cerrado, limpio, desinfectado, con ventilación natural o forzada mediante un extractor, iluminado y, principalmente, que permita controlar la temperatura. La espata, al igual que la inflorescencia y el polen, contiene mucha humedad; por lo tanto, el área siempre debe estar bien ventilada, pero con una temperatura controlada entre 27 y 32 °C y una baja humedad relativa (40 % a 45 %). Esto promueve la liberación del polen y previene la aparición de hongos causados por alta humedad relativa. El proceso para el secado y la extracción es el siguiente:

1. *Transporte y disposición inicial*: Las inflorescencias masculinas recién cortadas son transportadas en contenedores o cubetas. Posteriormente, en el cuarto de secado, se colocan insertadas o amarradas con las hebras o espiguillas orientadas hacia abajo para facilitar la liberación del polen. Estas deben permanecer suspendidas sobre una mesa limpia, lisa y seca, libre de polvo o humedad. La mesa debe haber sido previamente lavada y desinfectada.
2. *Revisión diaria*: Diariamente, las inflorescencias son revisadas, sacudidas y reacomodadas para permitir un secado más uniforme antes de que cambien de color debido a la deshidratación o la presencia de hongos.
3. *Molienda y tamizado*: Después de 4 a 7 días, las espatas e inflorescencias cambian de color, habiendo perdido gran cantidad de humedad. En este punto, son recolectadas y molidas. Posteriormente, se pasa el material por una coladera o malla para eliminar impurezas y coleccionar el polen.
4. *Secado final y almacenamiento*: Los granos de polen libres de impurezas se colocan sobre la mesa para completar el secado. Una vez que el polen esté completamente seco, se conserva en recipientes, bolsas u otros materiales sellados herméticamente. Para almacenamiento durante un año, se recomienda mantenerlo a una temperatura de -18 °C. Sin embargo, si se utilizará en la misma temporada, es suficiente conservarlo a una temperatura de 3 a 4 °C hasta el momento de la polinización. Para su uso, es necesario dejarlo reposar a temperatura ambiente durante 2 o 3 horas.

Figura 59. Cuarto de recepción de inflorescencias masculinas.



Figura 60. Secado de inflorescencias masculinas para extracción del polen.



Al finalizar el proceso de secado de las inflorescencias masculinas, se procede a extraer la mayor cantidad posible de granos de polen, los cuales son las células sexuales masculinas. Estos granos representan el complemento del material genético que, al fecundar el óvulo de la flor hembra, generará un fruto. Es importante mencionar que el polen de cualquier palma datilera macho tiene la capacidad de fecundar a cualquier variedad de palma hembra. Sin embargo, para lograr la mejor calidad del polen, es conveniente considerar que las palmas macho deben estar bajo las mismas condiciones de manejo agronómico que las hembras. Además, se sugiere plantarlas al sur de la plantación para maximizar la captación de luz solar durante el invierno.

Figura 61. Proceso de extracción de polen.



17. Polinización

La polinización es el proceso mediante el cual los granos de polen son transferidos desde las anteras (órgano floral masculino) al estigma (órgano floral femenino). Es en este punto donde el grano de polen germina y fertiliza el óvulo de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos. Las palmeras datileras son dioicas, lo que significa que las flores masculinas producen polen, mientras que las flores femeninas son las responsables de producir los frutos que conocemos como dátiles. La iniciación o diferenciación floral comienza cinco o seis meses antes

(septiembre-octubre), pero la floración se observa a principios de año (febrero-marzo), después del período de bajas temperaturas.

Las flores femeninas en la palma datilera no logran fertilizarse de manera eficiente mediante la polinización natural. Una mala polinización o su ausencia resulta en el desarrollo de frutos partenocárpicos, es decir, frutos sin semillas que son más pequeños, de menor peso y carecen de valor comercial (Zaid y De Wet, 1999). Por ello, es fundamental realizar la polinización artificial, una práctica que se ha llevado a cabo en África del Norte y Oriente Medio durante miles de años. Se recomienda polinizar entre el 60 % y el 80 % de las flores femeninas para asegurar la formación adecuada de los frutos (Chao y Krueger, 2007).

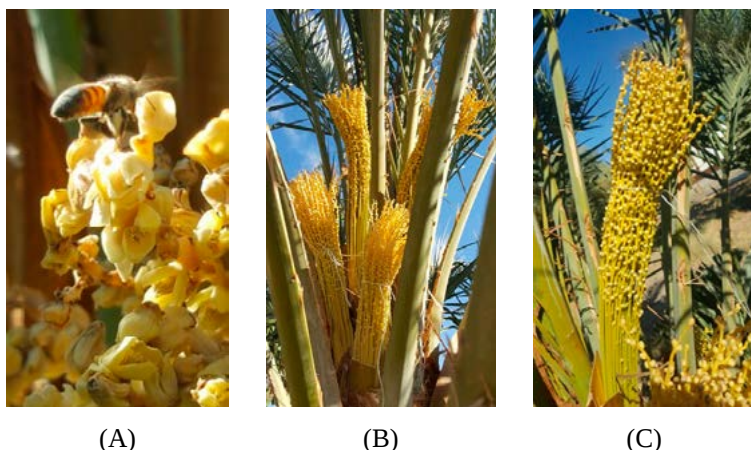
La polinización en las palmas datileras puede realizarse mediante diversos métodos:

1. *Colocación de espiguillas masculinas*: Cortar dos o tres espiguillas de la inflorescencia masculina previo a la antesis y colocarlas sobre las inflorescencias femeninas (Al-Khalifah, 2006).
2. *Aplicación de polen en polvo*: Este es el método más común utilizado en México. Se realiza con una bombilla de caucho, botella con orificio o dispensador, utilizando una mezcla de harina y polen seco en proporciones de 2:1, 3:1 hasta 6:1. Esta mezcla se distribuye sobre la inflorescencia femenina.
3. *Método automatizado*: Con máquinas dispersoras de polen, se utilizan relaciones de harina:polen de 5:1 hasta 10:1.
4. *Uso de algodón impregnado*: Colocar un algodón impregnado con granos de polen sobre la inflorescencia femenina. Este método no se utiliza en México debido a la dificultad de mantener el algodón en su lugar.
5. *Polinización líquida*: Se agrega polen a un volumen conocido de agua, junto con un azúcar que actúa como adherente. Las proporciones utilizadas son de 3 a 5 gramos de polen por cada litro de agua. Cuando se mezcla con azúcar, la proporción es de 2 a 3 gramos de polen por litro de agua.

Aunque las abejas y el viento pueden ayudar a dispersar el polen, estos métodos no son eficientes para la polinización comercial. Por esta razón,

se utiliza principalmente la polinización artificial o inducida, mediante la aplicación de polen colectado de las palmas macho.

Figura 62. Las abejas visitan las inflorescencias macho (A), pero no dispersan el polen de forma eficiente a las inflorescencias hembras (B y C).



Proceso de polinización en palma datilera

1. *Selección y preparación de la espata femenina*: Seleccionar la espata de la palma datilera femenina que esté iniciando su apertura de forma transversal. Cortar las brácteas que cubren la espata en la parte inferior para exponer las inflorescencias.
2. *Uniformización del racimo*: Cortar de forma transversal el ápice central de la inflorescencia en el primer conjunto de espiguillas o hilos. Posteriormente, despuntar hasta el tamaño donde la espiguilla inferior tiene su última flor, con la finalidad de uniformizar la longitud del racimo.
3. *Polinización manual*: La polinización manual se realiza con una perilla o jeringa de hule tipo “pera”, la cual succiona el polen y luego lo esparce sobre el conjunto de flores. Posteriormente, se amarra la inflorescencia con hilo de algodón o rafia de polietileno. Opcionalmente, se coloca una bolsa de papel estraza para protegerla de condiciones adversas del clima.

El éxito de la polinización depende de factores ambientales, como la temperatura ambiente, y de la relación utilizada entre polen puro y harina de trigo (1:2 a 1:3). Además, la flor debe estar receptiva; en el caso de la variedad Medjool, esta receptividad dura entre 3 y 7 días. Por ello, se recomienda realizar la polinización entre las 10:00 y las 12:00 horas, evitando en todo momento vientos fuertes, ya que gran parte del polen puede perderse por arrastre. Sin embargo, vientos ligeros favorecen una mayor dispersión del polen hacia otros racimos en la misma palma o hacia los racimos de palmas circundantes.

Se recomienda aplicar el polen en dos ocasiones consecutivas para asegurar la polinización.

Figura 63. Proceso de polinización de la variedad Medjool de forma manual.

PROCESO DE POLINIZACIÓN MANUAL



Espata abierta transversalmente



Preparación para el corte



Corte de apice de inflorescencia



Corte de centro y ápice de inflorescencia



Polinización y amarre de inflorescencia



Bolsa de papel en inflorescencia

En México la polinización puede realizarse de forma manual o con equipos especiales que dispersan el polen de forma continua entre palma y palma, regularmente se utilizan concentraciones de 1:6 a 1:10 en relación polen puro y harina de trigo.

Figura 64. Equipo manual para polinización de palma datilera.



Las condiciones ambientales y las variaciones climáticas pueden causar modificaciones en el tiempo de floración y la cantidad de inflorescencias entre los árboles femeninos de varios cultivares de palmeras datileras y sus respectivos árboles masculinos. En este contexto, el almacenamiento de los granos de polen se convierte en una práctica indispensable. Por ello, las condiciones de almacenamiento y la duración para mantener la viabilidad del polen y su capacidad de germinación son temas dignos de investigación.

Según Ibrahim y Kobbia (1998), el polen puede recolectarse durante la antesis y almacenarse en condiciones secas, en recipientes herméticamente sellados, ya sea a temperatura ambiente o en frío durante un período de hasta cuatro semanas sin pérdida significativa de viabilidad o eficiencia de polinización. Sin embargo, la viabilidad y germinación del polen de la palmera datilera disminuyen con el tiempo.

Para uso inmediato, el polen puede almacenarse a temperatura ambiente (25–30 °C). Para conservarlo durante algunos meses, se recomienda almacenarlo en frío a 3–4 °C (Mesnoua et al., 2018). Para períodos más prolongados, como un año, el polen debe almacenarse en congelación a -18 o -20 °C. Finalmente, para preservar el polen durante uno o dos años, la criopreservación a -196 °C es la opción más adecuada (Ateyyeh, 2012).

Figura 65. Inflorescencia sin polinizar



Figura 66. Inflorescencia con frutos polinizados



Para realizar la polinización artificial, el material básico que se utiliza incluye una jeringa pera, una perilla, una botella con orificio u otros instrumentos similares que permitan aplicar y dispersar el polen. Además, se requiere hilo o rafia para el amarre del racimo. En ocasiones, se recomienda el uso de bolsas de papel en previsión de condiciones ambientales adversas; por ejemplo, cuando las temperaturas cercanas a 0 °C afectan el proceso de polinización y provocan la caída prematura de los frutos.

Figura 67. Materiales para realizar la polinización manual de flores de palma datilera.



Jeringa Pera o perilla



Bolsa de papel estraza



Rafia #6 Blanca Alta Resistencia

18. Poda apical de racimos o despunte

La poda apical del racimo o descentrado, junto con el despunte de las hebras en la tercera parte superior del racimo, son prácticas que se recomienda realizar antes o inmediatamente después de la polinización. Es decir, el descentrado, el despunte y el amarre del racimo son actividades que mejoran la eficiencia del proceso de polinización artificial. Estas labores se realizan manualmente de forma individual para cada racimo. Aunque incrementan los costos de producción, favorecen la calidad del dátil, promoviendo una mayor uniformidad de los frutos, reduciendo la necesidad de raleo, evitando un exceso de frutos que afecten el tamaño, y minimizando daños por fricción, roce u otros daños mecánicos provocados por las hojas, espinas o entre los propios frutos.

De esta manera, de forma indirecta, en etapas posteriores, el amarre del racimo permite direccionarlo o ubicarlo de manera más eficiente, disminuyendo rupturas o doblado del pedúnculo del racimo. Otro aspecto de importancia significativa es la reducción de problemas relacionados con enfermedades del dátil o la compactación de dátiles internos del racimo durante las etapas finales de la maduración y previo a la recolección.

Figura 68. Amarre y poda del centro del racimo.



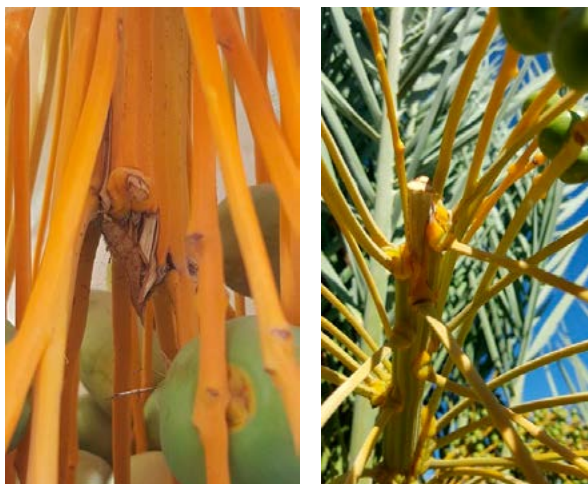
Para realizar los cortes del centro y apical del racimo, se utilizan herramientas como cuchillos curvos tipo zapatero o “trucha”, navajas y tijeras, las cuales deben estar limpias, libres de residuos extraños o restos vegetales, muy afiladas y ser desinfectadas antes de realizar cortes en otra palma datilera, con el fin de prevenir la propagación de enfermedades.

Figura 69. Cuchillo curvo “trucha”, tijera y cuchillo de poda para descentre y poda apical de racimo.



En etapas posteriores a la polinización y la poda del centro del racimo, pueden observarse las cicatrices de los cortes realizados. Dado que el uso de herramientas desinfectadas, junto con condiciones ambientales favorables, permite evitar el uso de fungicidas u otros productos destinados a proteger las heridas causadas por las podas, estas prácticas son altamente recomendables.

Figura 70. Cicatrices por el corte o poda apical del racimo.



Aborto de frutos

Posteriormente a la polinización el fruto se desarrollará de uno de los tres carpelos que forman la flor femenina, donde los otros dos carpelos abortan; permitiendo que solo un carpelo desarrollo y forme el fruto.

Figura 71. Resultado de la polinización con aborto de dos carpelos y formación de un fruto en palma datilera.



El aborto puede ocurrir en los frutos de la palmera datilera en todas las etapas de su crecimiento, pero el mayor porcentaje ocurre entre la floración y el final de la fase verde (etapa Kimiri), lo que representa el 75 % del desprendimiento total. En la mayoría de los casos, esto sucede en los primeros 25 a 35 días posteriores a la polinización, ya sea por la falta de polinización o por efectos adversos del clima, como variaciones repentinas de temperatura (bajas o altas).

Cuando se poliniza, se busca obtener el mayor número posible de frutos fecundados; sin embargo, esto no siempre es conveniente, ya que se incrementará la cantidad de frutos que será necesario eliminar durante el raleo. Por lo tanto, sigue siendo una incertidumbre determinar la cantidad de frutos que el racimo debe tener polinizados. Cuando el fruto no ha sido polinizado, se inhibe su crecimiento, posteriormente adquiere un color marrón y eventualmente se desprende del racimo. Las hebras o hilos sin frutos tienden a deshidratarse y, finalmente, se secan.

Figura 72. Racimo con aborto de fruto y bajo porcentaje de amarre, frutos abortados posterior a la polinización.



La falta o restricción de agua también puede provocar la caída de frutos. Sin embargo, es importante mencionar que existe un daño y posterior desprendimiento fisiológico de los frutos durante el mes de junio, resultado del desprendimiento fisiológico causado por los incrementos de temperatura, el crecimiento acelerado del fruto y las aplicaciones excesivas de nitrógeno, principalmente.

19. Raleo o aclareo de frutos y racimos

El raleo es una de las formas de regular o equilibrar el número de frutos y racimos por palma. No realizar esta práctica provoca alternancia en la producción, menor tamaño de los frutos y reduce la calidad comercial debido a una mayor presencia de enfermedades en los frutos. El raleo se utiliza para mejorar la calidad, aumentar el tamaño del fruto, reducir las enfermedades o daños en los frutos, acelerar la maduración del fruto y facilitar su manejo. Aquellos racimos que no son raleados presentan una reducción en el tamaño de manera individual para cada fruto, además de un incremento en los problemas relacionados con enfermedades y daños en los frutos internos, causados por el exceso de frutos.

Figura 73. Racimo con raleo.



Figura 74. Racimo sin raleo.



El exceso de frutos los hace más susceptibles a rupturas de racimos debido al incremento de su peso; sin embargo, para evitar este problema durante el raleo, los racimos se amarran en un extremo, antes de las primeras hebras, y por el otro extremo a la hoja superior más cercana, de tal forma que facilite la colocación de la bolsa datilera para protegerlos de plagas y fauna local.

Para definir el número de racimos por palma datilera, es importante respetar el criterio de 8 a 10 hojas por racimo, y no debe ser menor a 6 hojas por racimo, ya que es uno de los principales parámetros que definen la cantidad, calidad y alternancia de la producción de frutos por año. Las prácticas de raleo de frutos y racimos varían de acuerdo con la edad de la palma, el número de hijuelos, el cultivar, el clima y las prácticas culturales del manejo agronómico. De lo contrario, se incrementan los problemas de alternancia; es decir, las palmas producen un año y, posteriormente, pueden producir de manera deficiente uno o dos años después.

Cuadro 3. Número de racimos de acuerdo a la edad de la palma

Edad (años)	Número de racimo*
Menor a 3	1
4	1-2
5	3-4
6	4-6
7	6-10
8	8-12
9	10-15
10	12-16
11-15	15-18
Mayor a 15	15-20

*El número de racimos en variedad Medjhool se definen de acuerdo al manejo agronómico, número de hojas y producción del año anterior.

Previo o durante el raleo, se sugiere eliminar aquellos racimos que presenten pocos frutos, racimos deformes con pedúnculos cortos o con frutos pequeños debido a una polinización tardía, lo que provoca que estos frutos tengan un tamaño menor en comparación con los primeros racimos que fueron polinizados y probablemente no alcancen el tamaño y calidad comercial al momento de la cosecha. Es importante eliminar los racimos cuyos pedúnculos estén dañados por plagas o enfermedades, ya que, al crecer los frutos e incrementar su peso, los racimos pueden colapsar o quebrarse en la inserción con el tallo.

El raleo de frutos y racimos se realiza en tres niveles:

1. Eliminación de racimos completos: Esta práctica se realiza para reducir el número de racimos por palma y regular la carga de frutos, con lo cual se busca mejorar la calidad del dátil y disminuir efectos adversos que provocan la alternancia de producción.
2. Reducción del número de hebras o hilos por racimo: Es necesario realizar esta práctica porque el no hacerla provoca que los frutos de la parte central del racimo se dañen por compactación a medida que maduran. Además, esto favorece la presencia de enfermedades provocadas por hongos durante la cosecha y poscosecha.

3. Reducción del número de frutos por hebra: Para la variedad Medjhool, esta práctica es necesaria siempre y cuando la cantidad de frutos por racimo afecte la calidad comercial del fruto. Es decir, la eliminación de frutos tiene como finalidad regular el espacio entre ellos, de tal manera que permita el mayor crecimiento y desarrollo de cada fruto. El raleo o aclareo de frutos en las palmas datileras es una práctica cultural que consiste en la eliminación de los frutos, ya que, a medida que son más grandes, afectan negativamente la calidad de la fruta. Se realiza porque, al polinizar, puede haber un exceso de frutos por racimo. La distancia entre frutos debe ser de 2,5 a 3 cm entre frutos de forma alterna de la misma raquilla, espiguilla u hebra (que en ocasiones se denomina coloquialmente "hilo"), donde están insertados los frutos. El raleo se realiza entre 3 y 4 semanas posteriores a la polinización o cuando el fruto alcanza un tamaño de 0,8 a 1,3 cm de diámetro, similar al de un "chícharo". Puede realizarse manual, mecánica o químicamente. Regularmente, en la región productora de dátiles Medjhool, el raleo es manual, y los criterios pueden variar entre productores. Sin embargo, generalmente se dejan entre 8 y 12 frutos por hebra en palmas adultas y entre 40 y 55 hebras por racimo, lo que resulta en un total de entre 320 y 660 frutos por racimo. Es decir, se determina el número de frutos que deben estar insertados en cada raquilla o espiguilla que rodea el raquis en forma helicoidal.

Figura 75. Raquilla (espiguillas o hebras) con frutos.



Figura 76. Raquilla (espiguillas o hebra) después del raleo de frutos.



Figura 77. Tamaño de frutos para realizar el raleo



Figura 78. Distribución de frutos posterior al raleo.



Figura 79. Palma datilera Mejhoul con raleo de racimos y frutos.



Estrategias para mejorar la calidad de frutos de dátil

Para mejorar la calidad comercial, es necesario reducir el número de frutos por espiguilla, lo cual podría lograrse mediante la polinización selectiva o reducida, con el fin de controlar el número de frutos amarrados o polinizados por racimo y lograr una disminución en el número de flores cuajadas. Es muy importante, para alcanzar la calidad comercial, realizar el raleo o desahije manual tan pronto como sea posible y respetar la relación entre el número de racimos y el número de hojas. La reducción del número de frutos por hebra puede disminuir el volumen y peso total de los frutos, pero incrementa la calidad comercial y, por ende, la rentabilidad, ya que los frutos pequeños tienen un valor comercial reducido.

20. Colgado y soporte de los racimos

Después de la polinización, los frutos experimentan un crecimiento acelerado, lo que se manifiesta en un aumento de su tamaño y peso. Por ello, los racimos deben estar sujetos al raquis de una hoja inferior para evitar la ruptura del racimo. Esto también ayuda a reducir los daños que pueden recibir por fricción sobre la epidermis del fruto, ya que, al crecer, los frutos presentan mayores daños, los cuales pueden llevar a que sean clasificados en una escala inferior durante la cosecha, afectando negativamente su precio. Para evitar estas pérdidas por daños mecáni-

cos, se realiza la práctica de soporte o reubicación de los racimos. Esta actividad se lleva a cabo cuando el raquis del racimo ha crecido lo suficiente como para permitir su arqueado o redirección hacia una posición más adecuada, donde pueda soportar el peso total de los frutos hasta la cosecha. Además, esta práctica facilita la colocación de la bolsa datilera de malla, que protegerá a los frutos de plagas y fauna local.

Los racimos que sufren daños parciales o totales tienden a deshidratarse, dependiendo de la posición donde los tejidos conductores hayan sufrido daño. En algunos casos, los frutos pueden deshidratarse completamente.

Figura 80. Racimo con daño en el pedúnculo por falta de amarre a la hoja superior.



Figura 81. Racimo amarrado correctamente.



21. Embolsado de racimos

El embolsado de racimos consiste en colocar una cubierta sobre el racimo, cuya función es proteger a los racimos de los daños causados por plagas de insectos, como polillas, escarabajos y otros organismos. Además, esta práctica busca reducir los daños ocasionados por el roce de las hojas, brindar una protección parcial al racimo frente a efectos adversos del ambiente, como las lluvias, minimizar los daños por quemaduras solares, disminuir las pérdidas por desprendimiento de frutos previo o durante la cosecha, y reducir las pérdidas por daños a los frutos ocasionadas por fauna silvestre (Nixon & Carpintero, 1978; Zaid & de Wet, 2002).

Figura 82. Embolsado de racimos.



En el embolsado para cubrir los racimos se utilizan diversos materiales que dependen de las necesidades particulares de cada plantación. Algunos materiales son los siguientes: para proteger a los racimos de las lluvias, se cubren con papel kraft de 30 libras encerado en ambos lados; para evitar quemaduras provocadas por alta intensidad luminosa, se utiliza papel blanco; también se emplean bolsas de tela de algodón o malla plástica antiáfida con tejido monofilamento de polietileno de alta densidad, de color cristal, con dimensiones de 40×25 hilos por pulgada cuadrada ($500 \mu\text{m}$) o 25×25 hilos por pulgada cuadrada ($650 \mu\text{m}$). Los tamaños pueden variar entre 0,9 y 1,0 metros de ancho por 1,20 y 1,30 metros

de largo, abiertas en ambos extremos, con o sin jareta para amarre. El amarre puede realizarse con rafia o ixtle.

El embolsado con malla de polietileno provocó una maduración temprana significativa de la fruta, mejoró el rendimiento y la calidad de la fruta, y redujo el porcentaje de frutos con punta agrietada en el momento de la cosecha en comparación con los que no tenían bolsas (Mosrafa et al., 2014).

El momento recomendado para colocar las bolsas datileras en los racimos es cuando empiezan a cambiar de color de verde a amarillo, o hasta que se observe un 30 % a 40 % de frutos en proceso de maduración con color amarillo, pero antes de que algunos frutos cambien a marrón, ya que este estado de maduración avanzado es susceptible a infestaciones por insectos o daños causados por la fauna local.

El proceso de colocación de la bolsa datilera en el racimo es el siguiente:

1. Desinfectar la bolsa datilera y revisar que no tenga rupturas o aberturas que permitan el acceso a plagas y fauna local.
2. El extremo inferior de la bolsa se procede a doblar en zigzag y amarrar con un nudo que sea fácil de abrir y permita, durante la cosecha, la recolección de los dátiles.
3. Se debe retirar cualquier hilo o material del racimo que pueda impedir su libre crecimiento; posteriormente, se eliminan frutos dañados, secos o sin valor comercial.
4. El racimo debe estar sujeto con hilo a una hoja cercana, pero que posteriormente soporte el peso final del conjunto de frutos, y además permita colocar la bolsa datilera con facilidad.
5. Introducir la bolsa datilera desde la parte inferior del racimo hasta donde están las primeras hebras de la parte superior; posteriormente, se realizan dobleces en zigzag juntando los pliegues y se amarra con un nudo firme en la parte superior, pero que sea fácil de quitar cuando se retiren las bolsas datileras. Para el amarre inferior, se realiza un procedimiento similar, con la diferencia de que el nudo permita revisar los frutos con mayor facilidad durante la cosecha.
6. Finalmente, revisar que el racimo con la bolsa datilera esté en una posición que permita que los frutos, al madurar, no se compacten entre

sí debido al proceso natural de maduración y deshidratación, pero que se ventilen con facilidad para mejorar el proceso de maduración. El material de amarre puede venir adherido a la bolsa o ser rafia tratada contra rayos UV, ya que la alta intensidad luminosa puede acortar la vida útil del hilo de amarre.

Figura 83. Amarre superior de la bolsa datilera a la hoja y amarre inferior de la bolsa datilera con nudo fácil de quitar.



Cada racimo, de forma individual, deberá tener una bolsa datilera que cubra en su totalidad los frutos. Aquellos racimos que no tengan la calidad adecuada, que presenten frutos pequeños o sean tardíos, o que estén en posiciones inadecuadas de difícil acceso, se recomienda eliminarlos.

Otro aspecto a considerar es que, en etapas tempranas de crecimiento de la palma datilera, esta produce una gran cantidad de hijuelos, los cuales deben eliminarse. También puede ser necesario podar las hojas superiores que puedan dañar al racimo. Aunque no se recomienda eliminar hojas en esta etapa, puede hacerse si es estrictamente necesario, pero siempre manteniendo una relación de 8 a 10 hojas por cada racimo.

Es importante destacar que la eliminación de hojas debe realizarse únicamente cuando los frutos hayan cambiado a color amarillo, ya que antes de este punto podrían afectarse negativamente el desarrollo y la calidad de los frutos.

Figura 84. Colocación de bolsas de malla o tela para protección de los dátiles en palma datilera.



Uno de los principales problemas antes y durante la cosecha es la alta humedad relativa y la posibilidad de lluvia o días nublados. Las bolsas datileras no protegen completamente de la lluvia, sino que únicamente desvían parcialmente el agua; sin embargo, en caso de que se presenten días lluviosos, facilitan la rápida ventilación y secado de los frutos al finalizar la precipitación.

En ocasiones, se utiliza papel encerado u otro material que ofrece una protección parcial al racimo. Sin embargo, el principal problema es la alta humedad relativa, ya sea antes o después de la lluvia, o incluso con días nublados, condiciones que favorecen el desarrollo de hongos.

Las bolsas datileras también ayudan a retener cualquier dátil maduro que se desprenda antes o durante la cosecha. Además, en caso de lluvias,

los dátiles maduros que se desprenden quedan retenidos en la bolsa, ya que, de lo contrario, caerían directamente al suelo.

Figura 85. Palma adulta con racimos protegidos con bolsas datileras.



Figura 86. Plantación con racimos protegidos con bolsa datilera.



Prácticas para reducir la incidencia de plagas y enfermedades antes de colocar la bolsa datilera

La presencia de plagas y enfermedades en dátiles es muy común, pero los daños pueden aumentar si no se siguen las siguientes indicaciones. Antes de colocar las bolsas datileras, se debe revisar y eliminar cualquier fruto seco, dañado mecánicamente o deshidratado para reducir la incidencia de plagas y enfermedades, ya que estos frutos contaminados por hongos o larvas de polillas pueden permanecer dentro de la bolsa junto con los demás dátiles hasta la cosecha.

Los hongos e insectos son capaces de reproducirse en varias ocasiones, provocando múltiples daños que, aunque pueden pasar desapercibidos, se reflejan en pérdidas durante la poscosecha o al llegar al consumidor. En ocasiones, algunos frutos o hilos se deshidratan y finalmente terminan secándose, lo cual puede tener diversas causas, pero comúnmente se debe a daños físicos o fisiológicos en cualquier etapa de crecimiento. Cuando estos frutos adquieren un color café-marrón, son muy susceptibles de atraer insectos o presentar infestación de hongos internos. Al mantenerse en contacto directo con frutos sanos, provocarán que más frutos presenten los mismos daños.

Figura 87. Racimos con frutos secos que deben eliminarse antes de colocar las bolsas datileras.



Figura 88. Dátil con daño mecánico que debe eliminarse para evitar plagas.



22. Cultivos intercalados

Los cultivos intercalados en las palmas datileras en la región tienen diversas finalidades, como un mayor aporte de materia orgánica al suelo, así como una mayor capacidad de retención de agua, reciclado de nutrientes,

fijación de nitrógeno, protección contra bajas temperaturas del suelo, incremento de la diversidad de insectos y mayor retención de humedad. Los principales cultivos que son factibles de utilizarse en la región son: caupí, frijol tepary, pasto Sudán, sesbania, cebada, avena, trigo, entre otros; así como algunas hortalizas como berenjena, calabaza y maíz, y frutales como cítricos, vid e higuera (Abdul et al., 1998).

Entre los cultivos para fijación de nitrógeno, abono verde, cobertura y mejora del suelo destaca el caupí, también conocido como frijol chino (*Vigna unguiculata*), llamado comúnmente guisante de ojos negros o guisante del sur. Es una especie de la familia Fabaceae, nativa de África Occidental. Se trata de una enredadera trepadora y rastrera que presenta hojas compuestas con tres folíolos. Sus flores pueden ser de color blanco, morado o amarillo pálido. Las vainas son largas y cilíndricas, y pueden crecer entre 20 y 30 cm de largo. Esta especie se adapta bien a climas cálidos y tolera condiciones de sequía.

Otros agricultores optan por sembrar en invierno avena, cebada, trigo o triticale, los cuales se incorporan para mejorar el suelo.

Figura 89. Cowpea (*Vigna unguiculata*) en la base de las palmas y cebada (*Hordeum vulgare* L.) como cultivo de cobertura.



Según los resultados de Ahmed & El Sharabasy (2010), el pH del suelo, la materia orgánica y los niveles disponibles de N, P y K se vieron influenciados en todos los sistemas de cultivos intercalados en los huertos de palmeras datileras en Egipto, dependiendo del tipo de sistema empleado: mijo más caupí, trébol y mijo más caupí. El cultivo intercalado de mezclas

forrajeras (cereales y leguminosas) en los huertos de palmeras obtuvo el máximo rendimiento de forraje en comparación con el monocultivo.

Los cultivos como hortalizas (berenjena y maíz amarillo para elote) y frutales de porte bajo (higuera y vid) son una alternativa viable a partir del segundo año tras el trasplante, ya que siempre se debe considerar que, durante el primer año tras el trasplante de las palmas datileras, es necesario controlar la humedad del suelo, regulando la frecuencia de riego y el volumen de agua para evitar tanto el exceso como la deficiencia de agua.

Figura 90. Cultivo de berenjena, higuera, maíz amarillo para elote y vid intercalado con palma datilera.



23. Riegos

La palmera datilera Medjool está adaptada a condiciones áridas, por lo que tolera la sequía y puede continuar creciendo bajo condiciones severas de alta radiación o restricciones de riego que pueden provocar

estrés hídrico. Sin embargo, para su óptimo crecimiento, desarrollo y producción, requiere volúmenes de agua que varían entre 10 000 y 20 000 m³ por hectárea. Esta variación depende de varios factores, como la densidad de plantación, las condiciones climáticas, la frecuencia de riegos, la tecnología de riego empleada, la edad de las palmas, la textura del suelo y el tipo de fertilizantes utilizados (Almadini & Al-Gosaibi, 2007; Meddich, 2021; Ou-Zine et al., 2021).

Los métodos de riego utilizados en las palmas datileras pueden ser por inundación (gravedad) o mediante sistemas localizados (goteo o microaspersión), siendo este último el más común en la región. Sin embargo, algunos productores combinan ambos sistemas, utilizando la inundación de manera complementaria.

Figura 91. Sistema de riego por inundación.



Figura 92. Sistema de riego por goteo.



Los volúmenes de agua reportados entre los principales países productores de palma datilera presentan grandes diferencias, debido a factores como la densidad de población, la edad de la palma, la ubicación geográfica, el nivel tecnológico para el riego, la eficiencia de los sistemas, la variedad cultivada, entre otros. En los últimos años, en las plantaciones de Baja California y Sonora, no existe investigación formal por parte de instituciones públicas relacionadas con la producción y manejo de la palma datilera. Sin embargo, diversos esfuerzos de particulares están enfocados a promover el incremento de la superficie cultivada mediante técnicas que fomenten un mayor enraizamiento y un uso más eficiente del agua, principalmente por la preocupación latente sobre la disponibilidad y

sostenibilidad de los volúmenes de agua determinados por los permisos de riego. Cabe destacar que el incremento en la superficie de este cultivo es del 23,6 % anual.

Para el cultivo de la palma datilera, es necesario establecer los requerimientos hídricos tanto en palmas jóvenes como en adultas, con el fin de planificar un crecimiento ordenado de este cultivo. Además, es fundamental concientizar sobre la necesidad de implementar sistemas de riego localizado para aumentar la eficiencia en el uso del agua. En estudios realizados se menciona que el consumo de agua en palmas adultas en etapa de máxima producción es muy alto. Por ejemplo, en el Valle de Mexicali, B.C., y San Luis Río Colorado, Son., la dotación de agua es de 117 litros por segundo (LPS) por hectárea en 24 horas, equivalente a 101 cm de lámina de riego anual.

Las investigaciones en otros países reportadas por Bhat et al. (2012) indican que los consumos de agua en palmas datileras adultas en producción son muy variables. Por ejemplo, en Irak se aplican 28 000 m³ ha⁻¹ año, mientras que en California se llega a aplicar hasta 62 500 m³ ha⁻¹ año. A pesar de estas cifras, los requerimientos determinados por la FAO (2001) son significativamente inferiores. Según estos autores, una plantación adulta requiere anualmente un volumen de 15 000 m³ ha⁻¹ año con una eficiencia de riego del 90 %, y 55 000 m³ ha⁻¹ año con eficiencias de riego del 40 %. Sin embargo, el requerimiento hídrico de la palma datilera, al igual que en otros frutales, varía de acuerdo a la época del año. Como ejemplo, en un suelo arenoso en Kuwait, las palmas consumen 97 litros diarios de agua en diciembre y 854 litros en junio (Abdul-Salam & Al-Mazrooei, 2007).

Cuadro 4. Lamina de riego (cm/ha) por país para el cultivo de palma datilera.

País	Lamina de riego (cm/ha)
Marruecos	130 a 200
California	270 a 360
Egipto	223
Tunes	236
India	220 a 250
Irak	150 a 200
Valle de Jordán	250 a 320
Sudáfrica	250

Fuente: FAO, 2001

La palma datilera se adapta a niveles bajos de humedad, aunque tiene una gran capacidad para adaptarse al riego o a la cercanía del manto freático, lo que le permite sobrevivir. Sin embargo, se ha publicado relativamente poca investigación sobre las relaciones hídricas y la necesidad de riego de la palmera datilera (Carr, 2013). Las palmas datileras pueden soportar largos períodos de sequía bajo altas temperaturas; sin embargo, se requieren grandes cantidades de agua para un crecimiento vigoroso, un alto rendimiento y una alta calidad de fruta.

En condiciones típicas de producción en California, el consumo anual de agua fue de 1,3 m (Furr & Armstrong, 1956). La reducción de agua durante los meses de verano disminuyó la tasa de crecimiento de los árboles y el contenido de humedad de la fruta (Reuther & Crawford, 1945). La cantidad y frecuencia de riego depende de factores ambientales, fisiológicos, la edad de la palma y la disponibilidad de agua.

Figura 93. Sistema de riego localizado para enraizar hijuelos y palma en crecimiento con riego parcial semicircular.



Sensores de Humedad

El sensor de humedad del suelo es un dispositivo de estado sólido que mide la resistencia eléctrica para evaluar la tensión de agua en el suelo. A medida que la tensión varía con el contenido de agua, la resistencia también cambia. El sensor consiste en un par de electrodos resistentes a la corrosión que están incrustados en una matriz granular. Se aplica una corriente para obtener un valor de resistencia. El medidor o monitor convierte la resistencia en valores de tensión de agua del suelo, expresados en centibares (cb) o kilopascales (kPa).

El sensor se coloca en el suelo para su monitoreo mediante un dispositivo portátil o fijo. El yeso instalado en la parte inferior proporciona una compensación interna para contrarrestar el efecto de los niveles de salinidad comúnmente encontrados en cultivos agrícolas y de jardinería.

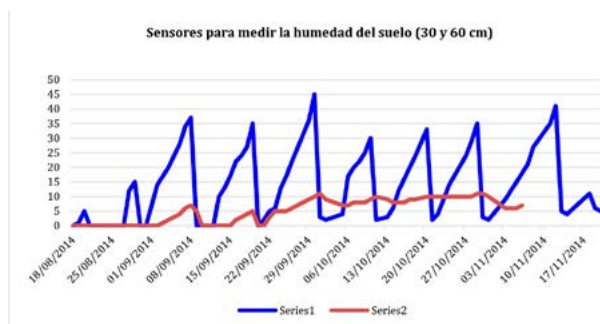
Figura 94. Equipo para registrar y lectura de sensores de humedad.



Los sensores de humedad, que miden en centibares (cb), se utilizan para determinar el momento de riego y la cantidad de agua requerida por las palmas datileras. Se recomienda registrar diariamente los valores a 30 y 60 cm de profundidad. El sensor ubicado a 60 cm de profundidad muestra menor variación en comparación con el sensor superficial (30 cm). Al momento de realizar el riego, el sensor a 30 cm deberá alcanzar 0 cb, mientras que el sensor a 60 cm puede o no alcanzar 0 cb, dependiendo del volumen de riego y del nivel de humedad del suelo.

Como recomendación general, considerando la fisiología de las raíces de la palma datilera, se requiere que el suelo permanezca constantemente húmedo, ya que su hábitat natural son los oasis, donde el agua subterránea está cercana a la superficie. Esto sugiere que debe haber agua disponible alrededor de la mayor parte del sistema radicular.

Figura 95. Registro de humedad en centibares a 30 cm y 60 cm de profundidad.



1) Riego en Hijuelos en Proceso de Enraizado (1er Año)

El enraizado de hijuelos en campo abierto es complicado y más lento que cuando se realiza en macetas o en viveros con suelo, ya que los hijuelos requieren mantener niveles óptimos de humedad y oxigenación de las raíces durante el proceso de formación de raíces, el cual puede durar de uno a dos años. Para lograr un mayor éxito en la instalación de nuevas plantaciones a campo abierto con hijuelos extraídos directamente de las palmas madre y colocados en campo para el proceso de enraizado, se utilizan dos sensores de humedad (30 cm y 60 cm) o tres sensores (30 cm, 60 cm y 120 cm) para medir la humedad del suelo. Las lecturas promedio del sensor a 30 cm deben estar entre 22 y 32 centibares durante el primer año.

En todo momento debe evitarse la inundación o la aplicación directa de agua a la base del tallo del hijuelo que está en proceso de enraizado. Solo se debe aplicar agua al cogollo cuando contenga fungicida y enraizador. Durante el primer año, regularmente, el manejo adecuado de la humedad del suelo es determinante para lograr la sobrevivencia del hijuelo, tanto en campo abierto como en maceta. Al momento de realizar el trasplante del hijuelo, se debe compactar el suelo y aplicar riego por inundación para promover la salida de aire de los estratos inferiores del suelo.

Figura 96. Manejo del riego con sensores de humedad en campo abierto y maceta durante el enraizado.



2) Riego de Palmas Datileras Enraizadas e Inicio de Producción

Los requerimientos de agua en las palmas datileras dependen de las condiciones agroclimáticas, por lo que hay variaciones durante las distintas estaciones del año. Se recomienda instalar tres sensores de humedad (30 cm, 60 cm y 120 cm) para mantener los niveles de humedad desde marzo hasta agosto con tensiones promedio de 20 a 30 centibares, de septiembre a noviembre con promedios entre 30 y 45 centibares, y de diciembre a febrero pueden alcanzar los 60 a 80 centibares.

Es importante que, después de manejar las tensiones más altas en febrero, posteriormente se debe aplicar un riego con una lámina mayor para formar un bulbo de humedad. Regularmente, cuando se utilizan sistemas de riego localizado, con el tiempo se van formando precipitados de calcio y magnesio, así como acumulación de sodio. Por ello, se debe considerar la aplicación de láminas de lavado o riegos adicionales para favorecer la movilización de los iones mencionados, asegurando un entorno adecuado para la palma datilera.

Figura 97. Manejo del riego con sensores de humedad después del enraizado hasta inicio de producción.



3. Riego de Palmas Datileras Adultas

Las palmas datileras, posterior al enraizado, presentan un rápido crecimiento del sistema radicular siempre y cuando exista suficiente humedad para promover la formación de nuevas raíces. Por ello, se recomienda un monitoreo constante mediante sensores de humedad, para lo cual se instalan tres sensores (a 30 cm, 60 cm y 120 cm) o cuatro sensores (a 30 cm, 60 cm, 90 cm y 120 cm) en cada sector o válvula de riego.

Se recomienda mantener tensiones de marzo a agosto entre 22 y 30 centibares, de septiembre a noviembre entre 30 y 48 centibares, y de noviembre a febrero pueden llegar hasta los 60 a 80 centibares. En la última semana de enero o primera semana de febrero, se debe aplicar un riego con una lámina mayor para formar nuevamente el bulbo de humedad, lo que facilita la rehidratación de las palmas datileras. Esto coincide fenológicamente con la diferenciación y aparición de las primeras inflorescencias masculinas, seguidas por las inflorescencias femeninas.

Para definir el calendario de riego, es necesario considerar el uso de sensores de humedad, colocando al menos dos sensores: uno a 30 cm y otro a 60 cm de profundidad, teniendo en cuenta que la mayor cantidad de raíces se encuentra entre 30 y 120 cm de profundidad. La recomendación general es (Montazar, 2022):

- Suelo franco-arenoso: Menor a 40 centibares.
- Suelo franco arcilloso, limoso a franco-limoso: Menor a 80 centibares.
- Suelo franco-arenoso (30 a 60 cm): Entre 25 y 30 centibares.

Figura 98. Manejo del riego con sensores de humedad en palmas datileras adultas.



Deshidratación de Frutos por Falta de Agua

En verano se presentan los factores ambientales más estresantes para las palmas datileras, caracterizados por una mayor intensidad de radiación solar y un aumento de la temperatura, lo que eleva el estrés que sufren las plantas y, en consecuencia, afecta a los dátiles debido al intenso calor. Este efecto se agrava en aquellos frutos del racimo que están expuestos directamente a la radiación solar. En ocasiones, se observan frutos con una terminación apical puntiaguda, un problema que se debe a la suspensión de riegos durante las etapas Khalal (frutos con cambios de coloración de verde a amarillo) y Rutab (frutos que pasan de amarillo a color ámbar). Estas etapas son muy susceptibles a la deshidratación de la pulpa y la formación de pliegues externos, acompañados de tonalidades opacas en la superficie del fruto. Este daño es irreversible, ya que, aunque posteriormente se realicen riegos, estos no corrigen la calidad física ni estética del dátil.

Para reducir los daños por deshidratación en los frutos, es necesario mantener niveles constantes de humedad en el suelo durante todo el ciclo del cultivo, pero con especial cuidado desde la polinización hasta el cambio de color de amarillo a marrón. Por lo tanto, es fundamental evitar fluctuaciones bruscas y recurrentes en la hidratación de la palma datilera.

Figura 99. Dátiles con deshidratación en punta por falta de agua.



24. Fertilización

Se entiende por nutrición el conjunto de fenómenos o procesos de alimentación que contribuyen al crecimiento y desarrollo de un ser viviente. Es la vía más directa y efectiva mediante la cual podemos influir en la calidad y cantidad de los frutos. En 1939, Arnon y Stout (1939) establecieron los criterios de esencialidad para los elementos químicos de los cuales se nutre la planta y que utiliza para llevar a cabo sus funciones necesarias, tales como fotosíntesis, respiración y, en general, desarrollar las actividades metabólicas. Entonces, para que un nutriente se considere esencial para las plantas debe cumplir con tres requisitos:

1. Las plantas no deben ser capaces de completar su ciclo de vida en ausencia del elemento mineral.
2. Las funciones del elemento no pueden ser sustituidas por otro elemento.

3. El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de las plantas.

La nutrición tradicional en zonas donde es originaria la palma datilera, que proliferaba en márgenes de ríos y oasis de zonas desérticas, generalmente en suelos predominantemente arenosos, se realizaba exclusivamente con estiércoles de animales domésticos (camellos, ovejas, cabras e incluso perros). Sin embargo, en muchas otras regiones del mundo aún se realizan prácticas similares, donde solo se utilizan abonos orgánicos para complementar la nutrición. Debido a que la fertilidad natural de los suelos ha ido disminuyendo a través del tiempo, a causa de la severa degradación del suelo provocada por el exceso de laboreo realizado para las siembras de monocultivo, además de que no se tiene la práctica de dejar los residuos al momento de la cosecha, se ha notado que las tierras de temporal responden rápidamente a la aplicación de fertilizantes orgánicos (estiércoles) u inorgánicos (fertilizantes químicos).

Si se quiere alcanzar el rendimiento potencial de las palmas datileras, será necesario realizar una fertilización de acuerdo con sus requerimientos, ya que, de lo contrario, el rendimiento disminuirá en proporción a la magnitud de la deficiencia. Se recomienda que las aplicaciones de fertilizantes se realicen basándose en los resultados de un análisis de agua, suelo y foliar, el cual deberá realizarse como mínimo cada dos años para el agua y el suelo, y al menos una vez por año para el análisis foliar. La palma datilera requiere de todos los elementos esenciales para su desarrollo, aunque las cantidades y frecuencia de aplicación están en relación con la fisiología de la planta, la época del año y las variaciones de las condiciones ambientales en el ciclo anual.

Es muy importante, antes de establecer la plantación, realizar un perfil de suelo y un análisis de suelo con muestras compuestas de 0 a 60 cm y de 60 a 120 cm, donde cada muestra representativa debe analizarse químicamente para determinar el tipo de suelo, pH, contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes (magnesio, fósforo, potasio, calcio, zinc, boro, manganeso, cobre, sulfato de azufre y nitrato-nitrógeno), así como otros factores relacionados con las características fisicoquímicas del suelo. La determinación de los niveles óptimos de fertilizantes podría

proporcionar un diagnóstico del estado actual de la palma datilera, lo que permite realizar una recomendación de fertilización más específica para lograr un mayor rendimiento y una mejor calidad del dátil, lo que podría aumentar los ingresos de los agricultores (Dialami & Mohebi, 2010; Ezz et al., 2010).

Para mejorar la fertilización y las prácticas culturales, los análisis de agua, suelo y foliar son herramientas clave para evaluar la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas en el suelo.

Análisis Foliar para Palma Datilera

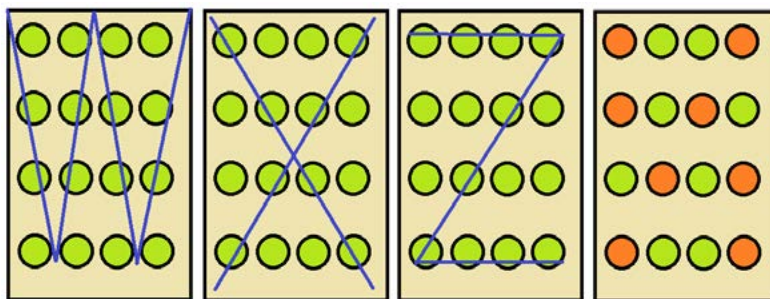
La cantidad de hojas que produce la palma datilera cada año varía entre 10 y 26, y una palma madura puede tener entre 100 y 125 hojas totales, dependiendo de la intensidad de la poda antes de que las hojas mueran naturalmente. Al final, las hojas quedan adheridas al tronco de la palma siguiendo su senescencia, por lo que deben ser podadas físicamente para eliminarlas (Al-Yahyai & Manickavasagan, 2012).

Siguiendo el principio natural, las hojas más jóvenes presentan concentraciones más altas de nitrógeno y potasio, pero no de fósforo, en comparación con las hojas más viejas, que tienen la menor concentración de nutrientes. Por ello, se debe seguir una metodología para la toma de muestras de la parte media y de hojas que contienen al racimo. Se recomienda extraer una muestra del 5 % al 10 % del total de plantas de la sección o área que tenga condiciones similares de suelo. Se colectan, en promedio, 60 a 70 foliolos por muestra.

Selección de Palmas Datileras para el Muestreo

Se debe muestrear en relación con la variedad, uniformidad del suelo, edad de la planta, tipo de suelo, etc. Según las características del terreno, se debe definir las palmas datileras a muestrear, el número de palmas y la frecuencia del muestreo.

Figura 100. Diagrama de terrenos con diferentes formas para la toma de muestras foliares en palma datilera.



Para el muestreo, se deben seleccionar hojas y folíolos sanos, de aquellas hojas productivas, es decir, aquellas en cuya inserción en la palma datilera se encuentre el racimo. Con lo cual se asegura que sean las hojas más activas y que puedan aportar una mayor cantidad de fotosintatos al racimo y a la propia planta.

Para el muestreo, se toma una hoja en posición norte y otra en posición sur, seleccionando de cada una los folíolos del tercer cuarto de la hoja, tanto del lado izquierdo como del derecho.

Figura 101. Muestreo de folíolos en palma datilera.



Interpretación del Análisis Foliar en Palma Datilera

Después de obtener los resultados de los análisis de agua, suelo y foliar, se procede a realizar los cálculos que determinan la estrategia y el programa de fertilización. El análisis foliar brinda el estado actual de lo que la palma datilera ha absorbido, por lo que se compara con las concentraciones bajas, altas y promedio de macronutrientes y micronutrientes en las hojas. En caso de detectar deficiencias, se analiza qué contiene el suelo y qué aporta el agua. Es común encontrar deficiencias de macronutrientes, las cuales deben suplementarse o promoverse químicamente para que estén disponibles en disolución en el suelo y puedan ser absorbidas por las raíces.

Situaciones similares suceden con los micronutrientes, ya que, aunque el análisis de suelo muestre su presencia, muchos de ellos no están disponibles. Por lo tanto, se procede de manera similar para desbloquearlos y hacerlos accesibles para la planta.

Cuadro 5. Concentraciones bajas, altas y promedios de macronutrientes y micronutrientes en tejidos de hojas de palma datilera (Mejhoul y Deglet Nour).

Nutrimento	Concentración (% en peso seco de hoja)		
	Bajo	Alto	Promedio
NITROGENO (N)	1.16	2.01	1.66
FOSFORO (P)	0.09	0.18	0.12
POTASIO (K)	0.42	1.38	0.74
CALCIO (Ca)	0.54	0.84	0.65
MAGNESIO (Mg)	0.14	0.27	0.20
	Concentración (ppm en peso seco de hoja)		
	Bajo	Alto	Promedio
MANGANESO (Mn)	22	105	62
HIERRO (Fe)	75	292	167
COBRE (Cu)	5	27	10
BORO (B)	10	15	12
ALUMINIO (Al)	58	250	137
ZINC (Zn)	6	22	13
SODIO (Na)	36	356	80
ESTRONCIO (Sr)	9	19	15

Fuente: Abdul et al., 2007. Soil, Water and nutritional management of date orchards in the Coachella Valley and Bard. California Date Commission-USDA.

Programa de Fertilización

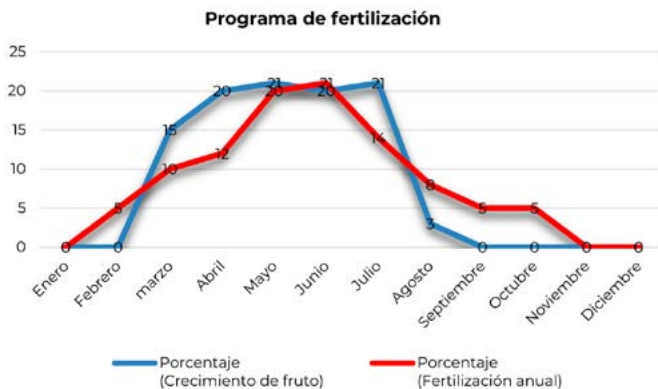
La implementación de un programa de fertilización adecuado, que incluya tasas adecuadas, fuentes apropiadas, métodos y tiempos de aplicación eficientes, constituye una estrategia importante para obtener un mejor rendimiento y calidad de la fruta (Fageria & Baligar, 2005). Por ejemplo, en la palma datilera, la aplicación de sulfato de amonio produce un mayor rendimiento, peso del fruto y contenido de materia seca del fruto en comparación con el nitrato de amonio o la urea (Kassem, 2012). Así como este ejemplo, conocer aspectos particulares a través del diagnóstico nutrimental general de la plantación y la disponibilidad de abonos

o fertilizantes en la región permite realizar una distribución en función del porcentaje mensual de fertilizantes.

Programa de Fertilización en Relación al Crecimiento del Fruto y las Necesidades Fisiológicas de la Palma Datilera Variedad Medjool

El programa de fertilización propone la distribución en relación a las cantidades de fertilizantes químicos y abono orgánico o composta. Ambas aplicaciones deben estar acompañadas de un calendario de aplicaciones de fertilizantes, considerando la edad de la palma y las unidades de fertilizantes requeridas por planta. Esta estrategia de fertilización tiene la ventaja de permitir más momentos de aplicación a lo largo del crecimiento y desarrollo de la palma datilera, lo cual favorece la calidad y el rendimiento de los dátiles.

Figura 102. Programa de fertilización en relación al crecimiento del fruto para variedad Mejhoul para el Noroeste de México.



Cuadro 6. Calendario de aplicaciones de fertilizantes en relación a la edad y unidades de fertilizantes en palma datilera para la variedad Mejhoul.

Año	Kilogramos por hectárea				
	Composta por año por palma	Nitrógeno (N)	Fosforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Micronutrientes
1	Trasplante	0	0	0	Enraizador y fungicida*
1	Macetas	10	6	6	Ácidos húmicos
2	15	55	17	17	Micronutrientes
3	20	82	17	17	Micronutrientes
4	20	110	39	39	Micronutrientes
5	25	137	39	39	Micronutrientes
6	30	165	56	56	Micronutrientes
7	40	192	56	56	Micronutrientes
8	≥50	220	73	73	Micronutrientes
9	≥50	247	73	73	Micronutrientes
Producción	≥50	275	73	73	Micronutrientes

*La aplicación de enraizador y fungicida es opcional, ya que depende del manejo general del hijuelo.

Identificación visual de deficiencias foliares

Figura 103. Síntomas de deficiencia de N, P y Mg.



Síntomas de deficiencia de nitrógeno

Primero se observa en las hojas más viejas con una coloración verde claro o amarillento uniforme.

La tasa de crecimiento se reducirá drásticamente y menor longitud de hojas, con tronco pequeño.

**Síntomas de deficiencia de potasio**

Se intensifica en hojas viejas.

Amarillamiento marginal y necrosis en punta de hojas.

**Síntomas de deficiencia de magnesio**

En hoja vieja muestra bandas amarillas alrededor de los márgenes de los foliolos y raquis central.

Abonos Orgánicos

En el Valle de Mexicali, B.C., y San Luis Río Colorado, Sonora, la mayoría de los suelos agrícolas presenta una cantidad de materia orgánica inferior al 1 %. Gran parte de las plantaciones de palma datilera están ubicadas en zonas con suelos arenosos o limo-arenosos, lo que dificulta aún más el mantenimiento o incremento de los porcentajes de materia orgánica. Las prácticas agronómicas que se realizan principalmente consisten en aportar materia orgánica mediante la incorporación de abonos orgánicos. Estos se consideran sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Pueden incluir residuos de cultivos de la cosecha anterior, composta, lombricomposta,

abonos verdes o arvenses, restos de poda de racimos, hojas o frutos, restos orgánicos de la explotación agropecuaria, procesamiento de productos agrícolas, frutos, desechos domésticos u otros materiales orgánicos permitidos para la producción de palma datilera.

Las principales características de los abonos orgánicos son que no funcionan como los fertilizantes minerales; por lo tanto, es importante tener conocimiento para su uso correcto, dado que la mayoría de los nutrientes se encuentran en forma orgánica y deben ser mineralizados o composteados antes de poder servir como alimento para las plantas. Por ello, muchos de los nutrientes no estarán disponibles de forma inmediata. Los constituyentes esenciales de la biomasa de la palma datilera son la celulosa, las hemicelulosas y la lignina. Además, tiene un alto contenido de sólidos volátiles y un bajo contenido de humedad. Un árbol típico de dátil puede generar hasta 20 kilogramos de hojas secas por año, y los huesos de dátil representan aproximadamente el 10 % de los frutos. Por lo anterior, es importante buscar estrategias para incorporar al sistema toda la materia orgánica generada.

Los fertilizantes orgánicos tienen varias ventajas en los programas de nutrición orgánica o convencional para la producción de palma datilera:

- I. Mejoran las condiciones del suelo, ya que aumentan el contenido de materia orgánica, lo que permite un incremento en la actividad de microorganismos en el suelo y favorece el desarrollo de raíces.
- II. La aplicación frecuente de materia orgánica incrementa la porosidad, aireación, mejora la estructura y retención de humedad en el suelo.
- III. Mejoran la estructura del suelo, reduciendo las pérdidas de nitrógeno tanto por lixiviación (que contamina aguas subterráneas) como por volatilización (en forma de gas a la atmósfera).
- IV. Aportan la mayoría de los elementos esenciales para las plantas, aunque sus concentraciones son inferiores en comparación con los fertilizantes sintéticos.
- V. Tienen mayor persistencia o efectividad a lo largo del tiempo en relación con los fertilizantes químicos, es decir, la liberación de los elementos es gradual.
- VI. Con la ayuda de la materia orgánica, el suelo incrementa su capacidad de formar complejos orgánicos con los nutrientes, brindándoles mayor disponibilidad para las plantas.

- VII. La materia orgánica posee mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la incorporación de abonos orgánicos puede incrementar la CIC, lo cual es muy favorable, especialmente en suelos con baja CIC (suelos arenosos).
- VIII. Cuando se aplica de forma frecuente alrededor del tronco de la palma datilera, aumenta la infiltración del agua, reduce el escurrimiento superficial, ayuda a reducir las pérdidas de suelo por erosión hídrica y favorece una mayor estabilidad de agregados del suelo.

Indicaciones para la Aplicación de Composta

Las fechas de aplicación de composta, como regla general de inocuidad, deben realizarse entre 90 y 120 días previos a la cosecha o posterior a la misma. Es importante controlar las malezas antes de aplicar, ya que su presencia favorece la persistencia de las malezas. Sin embargo, su aplicación en áreas libres de malezas evita la proliferación o germinación de estas, funcionando como acolchado orgánico.

La composta debe aplicarse alrededor de la base de la palma datilera y en la zona donde permanece húmedo, o hasta el área que cubren las puntas de las hojas. La mayoría de las compostas comerciales aún están en el proceso final de humificación; por lo tanto, recordemos que su elaboración se basa en procesos aeróbicos. Así, es recomendable aplicar una capa menor a 5 cm sobre la superficie del suelo, sin incorporarla al suelo para evitar dañar las raíces superficiales.

El proceso de aplicación se calcula de acuerdo con las necesidades de la palma, su edad y la disponibilidad del producto. Las aplicaciones pueden ser una por año, pero es posible realizar más de una aplicación, considerando que la aplicación previa haya terminado su descomposición. Además, debemos asegurarnos de no acumular más de 10 cm de espesor, ya que una mayor cantidad limitaría los procesos naturales de descomposición que permiten su incorporación natural. Para lograr la mayor eficiencia posible, es necesario mantener la humedad en todo momento, pero sin llegar a inundar.

Figura 104. Proceso de aplicación de composta alrededor de base del tallo de la palma datilera.



Prácticas Agronómicas para Mantener la Fertilidad del Suelo en Plantaciones de Palma Datilera

1. *Incorporación de Material Vegetal*: Se recomienda cortar en pedazos pequeños, triturar o moler todos los residuos de las podas de hojas, racimos o frutos. Es importante incorporar estos residuos al suelo con una rastra o cubrirlos con tierra húmeda para promover su descomposición.
2. *Cubrir el Suelo*: El suelo puede protegerse mediante acolchado orgánico (residuos de cosecha o malezas secas) o inorgánico (acolchado plástico o malla antimaleza - ground cover). Es prácticamente posible utilizar cualquier material o residuo de cosecha, como hojas de palma, racimos, espinas y frutos que hayan sido cortados o que hayan muerto, siempre que estén libres de plagas y enfermedades. Para colocarse como acolchado, el material vegetal debe estar seco y distribuirse alrededor de la base del tallo de las palmas datileras.

Ventajas del Acolchado o Triturado del Material Vegetal en las Plantaciones de Palma Datilera:

- Limita la pérdida de agua del suelo por evaporación.
- Previene la formación de costras en la superficie del suelo.
- Permite una mejor penetración del agua en el suelo.
- Limita el crecimiento de malas hierbas alrededor de la planta.
- Mejora el contenido de humus del suelo.

Figura 105. Triturado de residuos de podas y colocado entre hileras de palmas datileras.



Figura 106. triturado del material vegetal



1. *Cultivos de Cobertura*: Leguminosas, cultivos asociados, entre otros, son opciones viables para mejorar la fertilidad del suelo y promover un ecosistema saludable en las plantaciones de palma datilera.
2. *Materia Orgánica*: Composta, vermicomposta e incorporación de residuos de la cosecha son prácticas clave para aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo. Estas prácticas mejoran la estructura del suelo, incrementan la actividad biológica y favorecen la disponibilidad de nutrientes.
3. *Análisis de Suelo, Agua y Planta*: Es fundamental conocer químicamente el entorno y los aportes del agua y el suelo para correlacionarlos con el estado nutricional de la palma datilera. Estos análisis permiten ajustar los programas de fertilización de manera precisa y eficiente.
4. *Conocimiento de Fertilizantes y Abonos*: Es importante comprender las características, propiedades, aportes y métodos de monitoreo de los fertilizantes y abonos disponibles. Esto garantiza su uso adecuado y maximiza los beneficios para la plantación.

5. *Triturado de Hojas, Racimos y Frutos en Palmas Datileras*: Cada palma datilera adulta genera, en promedio, 20 kg de desechos orgánicos (hojas, racimos, frutos, etc.) por año. Por lo tanto, es importante la incorporación de todo el material orgánico procedente de las plantaciones de palma datilera. Esto forma parte del desarrollo a mediano y largo plazo para mejorar la fertilidad del suelo y obtener mayores beneficios en los programas de fertilización.

Figura 107. Maquinaria y triturado con tractos del material orgánico en campo.



25. Plagas

La Polilla del Dátil (Ectomyelois ceratoniae [Lepidoptera: Pyralidae])

Las infestaciones de la polilla del dátil (*Ectomyelois ceratoniae*) pueden ocurrir en el campo, durante el transporte, embalaje o en el proceso de almacenamiento. Los daños reducen la calidad comercial de los frutos, e incluso pueden infectarse al final de la cadena de distribución o durante su consumo, lo que resulta en dátiles no aptos para la comercialización nacional o de exportación.

El ciclo de vida de esta plaga es de hasta 65 días, con cuatro generaciones por año. La hembra puede ovopositar hasta 200 huevecillos. Los huevos son ovalados, apenas superando los 0,56 mm, y son de color claro cuando se depositan, adquiriendo un tono rosa con el tiempo si son fértiles.

La larva es polífaga, de color rosa a blanco, con 12 segmentos más el segmento cefálico. Tiene cinco estadios, aumentando de 1 a 18 mm de largo y de 0,1 a 3 mm de ancho. Las larvas perforan frutos y vainas en desarrollo para alimentarse de su pulpa. Esta actividad puede causar contaminación con hongos saprofitos, amarillamiento prematuro de la fruta y caída temprana. La presencia de excremento es un signo de infestación durante el almacenamiento.

Las pupas miden entre 9 y 11 mm (Dhouibi, 1991, citado en Abid et al., 2021). El adulto es de color gris claro, con una longitud corporal de entre 6 y 12 mm y una envergadura de 24 a 26 mm. Las alas anteriores son de color gris pálido, con dos líneas claras bordeadas por escamas negruzcas, mientras que las alas posteriores son homocromáticas y más claras, con una franja sedosa. Las alas traseras tienen pelos largos y de color claro.

Figura 108. Ciclo biológico de la polilla del dátil (*Ectomyelois ceratoniae*).



Figura 109. Daños en fruto de polilla del dátil (*Ectomyelois ceratoniae*).



Palomilla Pequeña de los Dátiles (Batrachedra amydraula
[*Lepidoptera: Batrachedridae*])

Esta palomilla es una de las principales plagas del dátil, capaz de causar pérdidas del 50 % al 70 %. Sin embargo, en la región, las pérdidas son reducidas debido a que la mayoría de los agricultores utilizan bolsas datileras o fundas que cubren en su totalidad los racimos.

Los adultos son de color blanquecino a gris, miden entre 8 y 12 mm de longitud y tienen una envergadura de alas de 11 a 14 mm. Sus alas presentan un color marrón grisáceo, marcado por una franja central longitudinal gris en ambos lados del cuerpo, así como franjas largas. Además, presentan fleco largo en las alas.

Las larvas completamente desarrolladas miden entre 8 y 12 mm de largo y son de color blanco grisáceo. Cada segmento tiene varios tubérculos que contienen setas.

Los mayores daños ocurren en dátiles con daños mecánicos, secos o maduros. En estos últimos, tras la entrada de la plaga, la capa externa de la fruta se vuelve de color marrón oscuro. En el caso de dátiles secos e infectados, las frutas se encogen, y al abrirlas se pueden observar larvas o pupas de color marrón claro, de forma alargada y delgada (Harhas et al., 2003; Latifian, 2012).

Cuadro 7. Diferencias entre polillas del dátil

La polilla del dátil (<i>Ectomyelois ceratoniae</i>)	Palomilla pequeña de los dátiles (<i>Batrachedra amydraula</i>)
ADULTO	ADULTO
Separación en segmento cefálico	Segmento cefálico proyectado hacia abajo
Color gris oscuro	Color blanquesino a plata
Franjas en las alas	Una sola franja
Fleco visible	Fleco menos visible
Mayor expansión alar	Menor expansión alar
	
LARVA	LARVA
Cuerpo no diferenciado	Capsula cefálica diferenciada
Mismo color	Capsula cefálica color café oscuro
Cuerpo gusaniforme	Cuerpo robusto

Alternativas de Control de las Palomillas del Dátil

La mejor alternativa para prevenir la infestación de las palomillas del dátil es mediante medios físicos, utilizando bolsas datileras de malla plástica o cubiertas permeables de plástico, tela o malla antiáfidos que eviten la entrada de esta u otras plagas similares. En todo momento se recomienda implementar estrategias de manejo integrado de plagas (MIP), aunque también existen otras opciones:

Estrategias en Campo: Se recomienda eliminar racimos y espigas que tienen frutos, pero debido a su mala posición, deformación o resultado de una polinización tardía, proporcionan frutos de mala calidad; ya que suelen ser hospederos. Durante la cosecha, se debe evitar que los frutos infestados queden en el campo, por lo que todos los frutos deben colectarse y enterrarse. En ocasiones, durante el proceso de cosecha, algunos frutos se desprenden del racimo o caen entre la base del tallo y las hojas, los cuales actúan como reservorio para la palomilla. Por ello, se debe

evitar en lo posible dejar frutos en el campo para reducir la infestación.

Al momento de la cosecha, cuando se abre la bolsa datilera para recolectar los dátiles, se deben colocar todos los frutos en la charola, incluso si hay frutos infectados. El retirarlos o dejarlos en el campo favorece la presencia de frutos que actúan como hospederos de plagas o enfermedades. Por ello, deben llevarse a un área con mesas de selección donde se eliminan todos los frutos con daños visibles. Las charolas para transporte deben cubrirse con una funda para contener la dispersión o infestación de plagas. Las áreas de selección en campo o empaque deben estar protegidas con malla antiáfidos. En las áreas de empaque, se recomienda colocar trampas de luz para un mayor control de adultos.

Trampas con Feromonas: Las trampas Delta, con adhesivo cubriendo toda su superficie interna, obtienen las capturas más altas sin importar el color de la trampa. Es importante considerar que el vuelo de los machos inicia entre la 1:00 y 2:00 a.m., alcanzando su punto máximo dos horas antes del amanecer. Pueden presentarse al menos tres generaciones al año, con diferente densidad de población. Las trampas deben colocarse a 27 metros de distancia entre sí.

La feromona para *Ectomyelois ceratoniae* está compuesta principalmente por (Z,E)-9,11,13-tetradecatrienal, junto con otros compuestos como (Z,E)-9,11-tetradecadienal y (Z)-9-tetradecenal (Baker et al., 1991). Algunas feromonas femeninas comerciales reportadas para *Batrachedra amydraula* son: Z-5-decenil acetato (40 %), Z-5-decen-1-ol (40 %) y Z,Z-4,7-acetato de decadienilo (20 %). Se reporta que la mayor captura de trampas ocurre en abril.

Se recomienda colocar dos trampas por hectárea (2 trampas ha⁻¹) en pequeñas explotaciones con terrenos de topografía irregular y una trampa por cada dos hectáreas en explotaciones mayores a cinco hectáreas con terrenos homogéneos.

Figura 110. Trampa tipo DELTA con feromona para monitoreo y control de polillas.



Control Biológico

El control biológico incluye diversos productos que contienen *Bacillus thuringiensis*, especialmente aplicados al inicio del cambio de color de los frutos, los cuales han mostrado efectos favorables para el control de lepidópteros. Otros microorganismos, como *Beauveria bassiana* y *Bacillus subtilis*, también producen una mayor reducción de larvas. Todos los productos para el control biológico deben aplicarse por la tarde, antes o al oscurecer, debido al comportamiento de la polilla y a la mayor efectividad biológica de los microorganismos.

Control Químico en Campo

En México no existen productos registrados para el control de estas plagas; por lo tanto, se recomiendan prácticas preventivas de manejo. Como último recurso, se ha registrado control con spinosad, el cual es no sistémico y actúa por ingestión o contacto. Su modo de acción, a nivel del sistema nervioso central, reduce el riesgo de resistencia cruzada con insecticidas de diferentes grupos toxicológicos. Otros ingredientes activos con resultados favorables son la cipermetrina y el etofenprox (TREBON® 30 EC).

Tratamiento Postcosecha

El tratamiento postcosecha incluye métodos como el tratamiento con agua caliente a 55 °C o aire caliente a 60 °C. Otra alternativa es la congelación de los dátiles a -18 °C. Además, la cosecha en la etapa Tamar (pardo oscuro), seguida del tratamiento de los dátiles con agua caliente a 70 °C, el secado y el almacenamiento a 25 °C y 75 % de humedad relativa (especialmente HWR-70), demostró ser un método prometedor para mantener la calidad de almacenamiento de la fruta de la palma datilera hasta 6 meses después (Hazbavi et al., 2015).

Evaluación de la Infestación de Palomillas

Es muy importante evaluar el grado de infestación y daño de los frutos durante la cosecha. Según Doumandji-Mitiche (1983), la tasa de infestación se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Tasa de infestación (\%)} = \frac{\text{Número de frutos infectados con palomillas}}{\text{Número de frutos examinados}} \times 100$$

Gallina Ciega (*Phyllophaga* spp.)

La gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) tiene un ciclo biológico de uno a dos años para alcanzar el estado adulto. Las hembras colocan los huevos cerca de la tierra, junto a las raíces o en materia orgánica en descomposición, como el estiércol. Las larvas se alimentan de las raíces y tejidos muertos de los hijuelos durante el proceso de enraizado. Pasan por tres instares y pueden entrar en reposo durante tres a seis meses, pudiendo encontrarse a 40 cm o más de profundidad bajo el hijuelo, especialmente si se ha aplicado composta contaminada con huevos. Una vez que las larvas completan su desarrollo, inician el estado de pupa, ubicándose a una profundidad de 15 a 20 cm (Cibrián, 2013).

Control Mecánico

Los hijuelos muertos son huéspedes potenciales, por lo que deben extraerse, retirarse de la plantación y quemarse para evitar la propagación de la plaga.

Control Biológico

Es importante no aplicar materia orgánica o composta en proceso de descomposición sobre la base o enterrada debajo del hijuelo antes de la plantación. Se recomienda la aplicación de hongos entomopatógenos, como *Metarhizium anisopliae*, para controlar la población de larvas.

Control Químico

Se deben revisar los hijuelos antes de plantarlos para asegurarse de que no estén infestados. Cuando se detecta la plaga, deben aplicarse productos a base de carbaryl, fenitrotión o quinalfos, los cuales reducen notablemente la población de escarabajos.

Figura 111. Gallina ciega (Phyllophaga spp.) en hijuelos en proceso de enraizado de palma datilera.



Ácaro Polvoriento del Dátil (*Oligonychus afrasiaticus* McGregor)

El ácaro polvoriento del dátil (*Oligonychus afrasiaticus* McGregor) es un ácaro que ocasiona grandes pérdidas en la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) y afecta principalmente a la variedad Deglet Noor. Sin embargo, cuando hay palmas de la variedad Medjoul cercanas, estas

también se ven afectadas. Es una especie oligófaga que se alimenta preferentemente de frutos de dátil verdes en la etapa Kimri.

Los adultos miden entre 0,2 mm y 0,5 mm de longitud y entre 0,17 mm y 0,2 mm de ancho. Las larvas son más pequeñas (0,15–0,20 mm) en comparación con las ninfas y los adultos. En general, el período larvario dura de 2 a 3 días, el período ninfal de 4 a 7 días, y el tiempo de generación es de 8 a 14 días. Este ácaro prefiere climas cálidos y secos, y puede producir de 10 a 12 generaciones anualmente.

Medidas de Control

Entre las medidas que se pueden implementar están: evitar las malezas, mantener un riego y nutrición balanceada, y aprovechar los enemigos naturales. Los ácaros depredadores *Cydoneius negevi* y *Neoseiulus barkeri* son enemigos naturales importantes. Además, el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (aislado 20149) y *Beauveria bassiana* han demostrado ser efectivos en el control de este ácaro en laboratorio.

Tratamiento Químico

El tratamiento químico incluye el uso de productos como azufre, hexitiazox, cinamaldehído, fenpiroximato 5 % SC, abamectina (1,8 % EC), clorfenapir (36 % SC), fenopiroximato (5 % EC), ciflumetofen (20 % SC) y hexitiazox (10 % WP). Sin embargo, la dependencia de acaricidas químicos para su control ha causado efectos adversos sobre los enemigos naturales y ha ejercido una alta presión de selección sobre las poblaciones de ácaros, lo que ha resultado en la aparición de resistencia en los ácaros (Hamadttu & El-Shafie, 2022).

Figura 112. Racimos variedad Deglet Noor infestados con acaro que muestra polvo adherido a las telarañas sedosas de los ácaros.



26. Enfermedades

*Quemadura Negra (*Thielaviopsis* spp.): *

El principal síntoma de esta enfermedad es la aparición de ennegrecimiento, carbonización, enanismo y deformación de hojas y raquis en palmas datileras de todas las edades. Los raquis y hojas se curvan y finalmente mueren como tejidos oscuros. Estudios anteriores han identificado a *T. paradoxa* como el agente causal de la enfermedad de flexión del cuello en la palmera datilera en Omán ((Anónimo, 1993)). Sin embargo, investigaciones recientes en Medio Oriente han reportado que *T. punctulata* es una variante del patógeno común asociado con la quemadura negra de la palmera datilera en Omán (Al-Sadi et al., 2012) y Qatar (Al-Naemi et al., 2014).

Caracterización de Síntomas Generales de la Enfermedad

- Deformación, curvatura de raquis y necrosis de tejidos con aparente quemadura negra en las hojas.
- Marchitamiento y secado de hojas de hijuelos.
- Flexión o doblado del cuello de nuevos hijuelos.
- Muerte de las yemas terminales.
- Tizón o quemadura de la inflorescencia.
- Pudrición del corazón y ápice de la palma.
- Ligera curvatura del ápice de la palma y posterior pérdida del ápice.
- Eventual muerte de la palma.

La pudrición negra es muy fácil de propagarse debido a que se utilizan hijuelos procedentes de palmas madre infectadas. Frecuentemente, no se realiza un manejo adecuado de la desinfección de herramientas ni la aplicación de fungicidas ante los primeros síntomas visuales observados.

Figura 113. Avance de la pudrición negra (*Thielaviopsis* spp.) en palmas datilera.



En casos graves y posterior a la aplicación de un tratamiento de la palma, emerge una yema lateral y continúa el crecimiento de la palma, pero esto retrasa el crecimiento de la palma.

Figura 114. Deformación de ápices.



Figura 115. Aborto de flores y frutos.



Figura 116. Necrosis de raquis y hojas



Figura 117. Curvatura de tallo.



Trastornos del Racimo (Marchitamiento):

En palmas adultas, la pudrición negra se expresa en los racimos con rayas longitudinales de color marrón pálido, con bordes amarillos, en el pedúnculo del racimo afectado. Los dátiles generalmente se marchitan, y eventualmente se secan el racimo, las hebras y los dátiles que contienen. En ocasiones, los racimos son muy susceptibles de volverse quebradizos y poco productivos.

Figura 118. Síntomas visuales de pudrición negra en peciolo de inflorescencias palmas adultas.



En palmas adultas, la pudrición negra se expresa en los racimos con rayas longitudinales de color marrón pálido, con bordes amarillos, en el pedúnculo del racimo afectado. Los dátiles generalmente se marchitan, y eventualmente se secan el racimo, las hebras y los dátiles que contienen. En ocasiones, los racimos son muy susceptibles de volverse quebradizos y poco productivos.

La enfermedad se transmite muy fácilmente con herramientas, y las altas temperaturas favorecen su dispersión, ya que el hongo forma estructuras que aprovechan los vientos cálidos y la baja humedad para dispersarse e incrementan la incidencia de la enfermedad.

Control Cultural

Entre las distintas medidas para controlar la enfermedad, se recomiendan los siguientes métodos culturales:

- Desinfectar las herramientas con cloro a 200 ppm.
- Evitar lesiones en palmas jóvenes y en la región apical de la palma durante la poda y cosecha.
- Evitar quitar las espinas jalándolas, lo que provoca lesiones en el raquis de las hojas.
- Mantener un buen saneamiento mediante la poda, recolección y quema inmediata de partes de las palmas infectadas.
- Proteger las heridas causadas por la poda de hojas, hijuelos o cualquier parte de las palmas datileras que presenten la enfermedad; en condiciones de alta humedad relativa, se deben usar productos que promuevan la cicatrización junto con desinfectantes.
- Garantizar el correcto funcionamiento, mantenimiento y limpieza de las herramientas y equipos utilizados.
- Evitar plantar hijuelos contaminados.

Control Biológico

Se pueden usar productos a base de *Trichoderma harzianum* y *Chaetomium spp.*, y estudios recientes reportan el uso de *Trichoderma* y *Wickerhamomyces*, entre otros.

Control Químico

Se recomienda desinfectar las heridas y tejidos circundantes resultantes de las podas de hojas de las palmas datileras infectadas con un compuesto de cobre (por ejemplo, oxiclورو de cobre al 0,4 %), azufre o mezcla de cal y sulfato de cobre. Para un control más efectivo, se deben aplicar fungicidas sistémicos con ingredientes activos como metil tiofanato (0,2 %), carbendazim, polyram thiram (0,2 %), mancozeb (0,2 %), fosfoetil, difenoconazol, benomilo, thiram, aliette, score y tachigazole, así como sales de potasio, cúpricas o sódicas. Es importante alternar los ingredientes activos para reducir el riesgo de generar resistencia de la enfermedad. Pudrición de la Inflorescencia (*Mauginiella scaettae*)

Es una enfermedad que se presenta como una pudrición de la inflorescencia, caracterizada por síntomas de daños con apariencia blanco cremosa y aborto de flores o inflorescencias. La enfermedad se dispersa con las lluvias, ya que el aumento de la humedad relativa del aire crea condiciones favorables que resultan en la pudrición de la inflorescencia.

La principal causa del incremento de la enfermedad es una lluvia ligera de primavera, acompañada de alta humedad relativa y seguida de temperaturas cálidas justo antes de la polinización. En las regiones donde ocurre la pudrición de la inflorescencia, el polen debe tomarse solo de palmas masculinas sanas. La experiencia sugiere que el polen contaminado puede propagar las esporas del hongo y establecer la enfermedad en las palmas femeninas que sean polinizadas con polen contaminado. Las pérdidas anuales reportadas en otros países debidas a la pudrición de la inflorescencia se estiman en un 2–15 %, y pueden llegar al 50 % en caso de un ataque severo (Sedra, 2018).

Figura 119. Pudrición de la inflorescencia.



Para el control químico, el oxiclورو de cobre es efectivo a partir de la tercera aplicación a baja concentración. Asimismo, el tiofanato de metilo y el thiram muestran una alta eficacia en la lucha contra la pudrición de la inflorescencia, ya que controlan de manera efectiva la enfermedad (Tariq et al., 2021).

Manchas Foliares (Heminthosporium spp. y Alternaria spp.):

Las manchas foliares en el raquis de la palma presentan cambios en color y tamaño. A medida que las manchas aumentan en número y tamaño, el tejido muerto se fusiona, resultando en tizón.

Figura 120. Manchas de las hojas.



Hongo Negro (*Aspergillus niger*):

Es la principal enfermedad fúngica de los dátiles en cosecha y poscosecha, causada por el hongo conocido como "moho negro", que también afecta a ciertas frutas y verduras, como uvas, cebollas y cacahuetes, causando grandes pérdidas económicas. Además, es un contaminante común de los alimentos.

El hongo negro tiene filamentos hialinos, es saprofito y pertenece al filo Ascomycota. Está formado por hifas hialinas septadas y puede reproducirse tanto sexualmente (con formación de ascosporas en el interior de ascas) como asexualmente (con formación de conidios).

El hongo forma colonias negras con conidióforos de color marrón, vesículas globosas de aproximadamente 80 μm de diámetro y conidios de aproximadamente 5 μm . Los síntomas se desarrollan en el espacio interior entre la pulpa y la semilla del dátil, donde se forman numerosas esporas negras, afectando su apariencia, sabor y eliminando su valor comercial.

Figura 121. Micelio de hongo negro en dátil



El hongo negro (*Aspergillus niger*) coloniza tejidos muertos durante la polinización, como estigmas y carpelos, y posteriormente a la polinización, durante el cuajado. Las hifas sobreviven en la región protegida entre la base del fruto y el cáliz, donde pueden permanecer hasta la maduración temprana del fruto. Durante este tiempo, los hongos se desarrollan sobre los elementos vasculares cercanos y penetran en el fruto, desde la base

hasta la punta, generando esporas y provocando los síntomas característicos del hongo negro (Cohen, 2021).

Se ha detectado en frutos antes y durante la cosecha, aunque su incidencia aumenta significativamente en la poscosecha. Esto reduce la calidad del fruto y provoca pérdidas significativas en la producción.

Figura 122. Los daños mecánicos y la inserción del cáliz del fruto son las principales entradas del hongo negro (*Aspergillus niger*).



Pudrición Blanca del Fruto del Dátil (*Rhizopus* spp.)

El hongo forma colonias blanquecinas, en las cuales se observan esporangióforos globosos de aproximadamente 4 μm con conidióforos ramificados. Por lo general, las colonias de *Rhizopus* spp. son de crecimiento rápido, algodonosas y, a menudo, de textura esponjosa. Al principio, suelen ser blancas o grises, pero pueden oscurecerse a tonos grises o marrones con la edad. La superficie de la colonia suele estar cubierta de esporangios y esporangióforos.

La contaminación fúngica de los dátiles está directamente relacionada con el estado físico del fruto y las condiciones ambientales de las instalaciones, incluidas la temperatura y la humedad del lugar de producción y almacenamiento. Estos factores pueden alterar los parámetros organolépticos de los dátiles, lo que reduce su valor de mercado. El hongo puede crecer en un amplio rango de temperaturas, desde 15 °C hasta 40 °C, con una temperatura óptima de crecimiento de alrededor de 30 °C (Velázquez del Valle et al., 2008).

Figura 123. Pudrición blanca en del fruto del dátil (*Rhizopus* spp)



Control Cultural de Enfermedades

La presencia de hongos en los frutos es común, por lo que debemos aprender a convivir y manejar de manera preventiva las enfermedades. Es fundamental implementar buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palmas datileras como medida preventiva. En áreas de alta humedad, se recomienda cosechar dátiles en las etapas Khalal y Rutab y proceder a su maduración artificial con el fin de protegerlos de la pudrición. En el campo, se aconseja mejorar la ventilación, reducir la humedad y disminuir los niveles de humedad dentro del racimo. Esto se puede lograr instalando anillos de alambre entre las espiguillas y/o quitando algunas hebras de fruta del centro del racimo para proporcionar ventilación y secar las frutas húmedas.

Control Químico

El hongo negro puede infectar o colonizar flores y frutos durante su desarrollo. Cuando se infecta desde la polinización, el hongo crece en los carpelos en degeneración y permanece latente en un sitio protegido en la base de la fruta hasta la maduración (Cohen et al., 2021). Por ello, se pueden realizar aplicaciones preventivas con ingredientes activos como Boscalid más Pyraclostrobin, siempre respetando las indicaciones de aplicación y uso del producto.

27. Malezas

En los primeros 4 o 5 años posteriores al establecimiento de la palma datilera, la fuerte incidencia de malezas afecta negativamente el crecimiento y la productividad. En plantaciones de hijuelos, se presentan problemas con gramíneas y otras especies perennes. En cambio, en plantaciones adultas establecidas, la sombra que proporcionan reduce el proceso de fotosíntesis de las malezas, lo que las hace menos competitivas, aunque pueden persistir por largos períodos.

Correhuela (Convolvulus arvensis L.)

La correhuela es una maleza perenne de tipo rastrero y trepador en las palmas datileras. Su raíz es extensa, persistente y profunda, de tipo rizomatosa. Las hojas son alternas, y sus flores, blancas o rosadas, son solitarias, con 2–3 flores sobre péndulos de 1–9 cm de largo. La fructificación ocurre mediante cápsulas de 5–7 mm de diámetro, y las semillas miden 3–4 mm de largo y son de color negro. Se propaga mediante semillas y rizomas.

Para el control de la correhuela perenne, es necesario aplicar herbicidas durante el ciclo primavera-verano y el ciclo otoño-invierno, ya que es una maleza muy persistente. Se recomienda el uso de 2,4-D amina sola o combinada con Dicamba + 2,4-D amina, Picloram + 2,4-D, y Dicloruro de Paraquat + Dirón. La aplicación de estos herbicidas debe realizarse cuando el terreno tenga humedad y la correhuela se encuentre en pleno crecimiento vegetativo y floración (Rosales, 2004).

Figura 124. Correhuela como maleza perenne.



Pasto Bermuda (Cynodon dactylon L.)

El pasto Bermuda es otra maleza perenne difícil de controlar y afecta las primeras etapas de establecimiento y desarrollo de la palma datilera. Es originario de África, es perenne y mide entre 10 y 30 cm de altura. Sus hojas tienen una longitud de 1,5 a 7 cm, y sus raíces están provistas de estolones y rizomas.

Generalmente, crece en las plantaciones de palma datilera, y aunque puede coexistir en los mismos espacios, afecta el enraizado, crecimiento y desarrollo al competir por luz, agua y nutrientes. Además, dificulta la verificación de fugas o daños causados por topes.

Su control se realiza mediante el uso continuo de rastras, eliminación con azadón o de forma manual. En casos extremos, se pueden aplicar herbicidas como clethodim.

Figura 125. Control de zacate bermuda en palma datilera.



28. Fisiopatías y Desórdenes Fisiológicos

Las fisiopatías se definen como daños o cualquier anormalidad que se manifieste de manera funcional o morfológica en los frutos, plantas o cultivos, causadas por agentes abióticos (de origen no biológico). Entre ellos se incluyen fenómenos meteorológicos como heladas, granizo, golpes de calor, lluvias torrenciales, deficiencias o excesos de algún nutriente, aplicación de compuestos inorgánicos tóxicos para los cultivos, y condiciones edáficas restrictivas, entre otros. En ocasiones, estas manifestaciones pueden confundirse con síntomas provocados por plagas, enfermedades u otros agentes biológicos. Sin embargo, las fisiopatías se distinguen porque impactan de forma generalizada, mientras que el daño por agentes biológicos suele presentarse de manera progresiva.

Exceso de Riego

Las inundaciones prolongadas por exceso de riego, seguidas de un estrés hídrico posterior, provocan daños significativos en las palmas datileras debido a la falta de oxígeno en el suelo y la asfixia radicular durante el riego. Esto causa daños en la epidermis del fruto, seguidos del desprendimiento de frutos. En casos severos, si las palmas ya presentan enfermedades, el problema se agrava, pudiendo incluso ocasionar la muerte de las palmeras.

Además, el exceso de fotoasimilados o azúcares externos retrasa la maduración, aumenta la cantidad de frutos con separación de la piel de la pulpa (generando efectos similares a ampollas) y provoca daños en poscosecha o almacenamiento. Todo lo anterior incrementa el tiempo de secado tanto en la palma como posterior a la cosecha.

Las rajaduras se presentan en el plano ecuatorial del fruto, provocando pérdida de agua y facilitando la entrada de patógenos a través de las heridas.

Figura 126. Ruptura de epidermis de frutos por cambios bruscos o exceso de riego posterior a un estrés por falta de agua.



Estrés Hídrico

Las palmas datileras se caracterizan por ser muy tolerantes al estrés hídrico; sin embargo, bajo esta condición durante períodos prolongados, se pueden observar diversos efectos negativos. Estos incluyen la deshidratación de las hojas, necrosis de folíolos, menor crecimiento y desarrollo, reducción en la formación de raíces, frutos más pequeños con menor peso en la cosecha, frutos deshidratados en el ápice (con forma puntiaguda), frutos más secos al madurar, maduración poco uniforme y un aspecto más oscuro, así como la formación de espacios mayores entre la semilla y la pulpa.

Es fundamental reducir los riegos cuando los frutos comienzan a cambiar de color, de amarillo a marrón, ya que esto indica que los frutos reducirán sus requerimientos hídricos, disminuyendo la cantidad de agua en sus tejidos. Por el contrario, el hecho de no reducir o incrementar los riegos incrementa los daños por separación de la piel y la pulpa, y, durante la cosecha, se incrementa la presencia de frutos con ampollas o "bolsudos".

Figura 127. Estrés hídrico en palma joven y estrés prolongado en frutos previo a la cosecha.



Formación de Estrías en Frutos

En las etapas finales de maduración, cuando la humedad ambiental es alta, la piel de la fruta presenta varios cortes o roturas con bordes negros (conocido como "Blacknose"). Esto provoca la formación de estrías en la epidermis del dátil, las cuales se muestran muy marcadas en la cosecha como cortes o roturas transversales o irregulares con tonalidad oscura, afectando su calidad comercial.

En ocasiones, los frutos caen al suelo, lo que consecuentemente reduce su valor comercial. Este efecto ocurre únicamente cuando la humedad ambiental es elevada, por lo que suele manifestarse inmediatamente antes de la etapa Khalal. Para su manejo, es necesario controlar la humedad ambiental mediante la reducción del riego al final del ciclo de cultivo y ajustar el calendario de riego según las necesidades hídricas del cultivo.

Figura 128. Dátiles con estrías transversales.



Quemadura o Escaldadura de Frutos

Es común que ocurra durante las etapas de crecimiento del fruto y antes de la cosecha. Se manifiesta cuando los frutos son expuestos directamente a la radiación solar, y posteriormente a la lesión, se observa un oscurecimiento de la piel y la pulpa del fruto.

Se ha observado una mayor presencia de este fenómeno en zonas áridas o semiáridas con suelos arenosos y escasa vegetación circundante, donde la exposición solar es más intensa debido a la falta de sombra natural.

Figura 129. Dátiles con daños por alta intensidad solar.



Frutos Pegajosos

La humedad ambiental también influye en la calidad del dátil durante su proceso de maduración. En condiciones de alta humedad, los frutos se vuelven blandos y pegajosos, mientras que, en condiciones de baja humedad, se vuelven excesivamente secos.

Alternancia de Producción

La alternancia de producción generalmente implica que, en un año, la palma produce una gran cantidad de racimos con frutos grandes, y al año siguiente disminuye la cantidad de racimos, con frutos más pequeños o incluso ausencia de racimos. Para lograr un mejor equilibrio, se realiza la poda de racimos, lo que además mejora la inducción de flores para la siguiente temporada e incrementa la calidad y el rendimiento de la producción.

Según Chao y Krueger (2007), la fisiología de la palma datilera indica que si la reserva de carbohidratos es suficiente, la floración ocurre en enero a temperaturas de aproximadamente 10 °C. El desarrollo del pedúnculo (de febrero a marzo) se caracteriza por un crecimiento lento del fruto y un bajo requerimiento de agua. Sin embargo, al final de esta etapa (finales de abril), se observa un rápido aumento en el crecimiento y tamaño del fruto, acompañado de un incremento en el requerimiento de agua. Por lo tanto, no deben existir limitaciones en la disponibilidad de agua durante esta etapa fenológica, ya que su deficiencia reducirá el crecimiento y el rendimiento del fruto (Cohen et al., 2010).

Figura 130. Palmas datileras sin racimos por alternancia en la producción.



29. Cosecha de Frutos

La cosecha es la actividad de separación del fruto del pedúnculo o recolección de las partes comestibles de la planta, que las sostienen o mantienen unidas a la palma. La decisión de cosechar en una u otra etapa depende de las características del fruto, como su grado de deshidratación, especialmente relacionado con la concentración de taninos solubles, las condiciones climáticas y las necesidades del mercado o consumidor final. Otro indicador clave es el tiempo de cosecha, que se determina en función de la edad de la fruta, su apariencia y textura (relacionada con la humedad y el contenido de azúcar). Sin embargo, para el dátil es crucial determinar el momento de la cosecha, ya que esto reduce la incidencia y la gravedad de problemas como la fisuración o división de los dátiles, la deshidratación excesiva, la infestación de insectos y el ataque de microorganismos.

Es importante destacar que no todos los frutos en un racimo, ni todos los racimos en una palma, maduran al mismo tiempo, por lo que se realizan dos o tres cortes de frutos durante la cosecha.

Las necesidades previas para la maduración de los dátiles incluyen altas temperaturas y la ausencia de precipitaciones durante la fase final del desarrollo del fruto (frutos de color marrón a oscuro), con unidades de calor que varían según el cultivar y pueden oscilar entre 1,100 y 2,500 horas por encima de los 18 °C (Lobo et al., 2014). El inicio de la maduración del dátil ocurre una vez que la semilla ha alcanzado su peso seco máximo, momento a partir del cual los niveles endógenos de ácido abscísico (ABA) en el pericarpio de la fruta aumentan constantemente hasta la cosecha. La etapa final en la maduración de la fruta, la transición de amarillo a marrón, está precedida por una detención del transporte de agua mediado por el xilema hacia la fruta (Elbar et al., 2023).

El desarrollo del dátil se clasifica en cinco etapas distintas:

- *Hababouk*: frutos inmaduros de color blanco cremoso.
- *Kimri*: frutos verdes e inmaduros.
- *Khalal*: frutas amarillas en proceso de maduración.
- *Rutab*: frutos marrones y suaves.
- *Tamr*: frutos duros, similares a pasas.

Durante la cosecha, los dátiles presentan una piel irregularmente arrugada, brillante en la punta y opaca en la parte inferior. Es importante mencionar que los dátiles Mejhoul tienen una piel medianamente gruesa y suave, unida a la pulpa, aunque en la etapa Tamr el espesor de la pulpa se reduce, midiendo entre 5 y 7 mm, con poca fibra. En cambio, la pulpa es firme, carnososa y gruesa, de color marrón ámbar, translúcida y prácticamente sin fibra alrededor de la semilla. El sabor es excelente, dulce, pero no concentrado.

Los rendimientos por palma datilera adulta varían entre 80 y 120 kg por palma, dependiendo de la edad y, sobre todo, del manejo agronómico relacionado con el número de espiguillas por racimo (de 25 a 35) y el número variable de frutos por espiguilla (de 5 a 10). Los rendimientos promedio de la variedad Mejhoul se reportan entre 6.78 y 7.90 toneladas por hectárea en palmas adultas de 12 a 15 años. Sin embargo, el rendimiento está ampliamente correlacionado con el manejo agronómico, aunque esta variedad tiene un potencial productivo de entre 12 y 15 toneladas por hectárea.

Figura 131. Racimos de dátiles Mejhoul en proceso de deshidratación



Materiales y Herramientas para la Cosecha

Los materiales y herramientas para la cosecha de dátiles pueden variar dependiendo de las necesidades específicas relacionadas con el tamaño de la plantación, tanto en superficie como en la edad cronológica de las palmas datileras. A continuación, se mencionan los principales:

- Charolas de plástico
- Escaleras
- Grúa o elevador con canasta de soporte
- Herramientas de corte (para hojas, racimos, etc.)
- Canastas de cosecha
- Desinfectante para manos
- Guantes
- Cofia
- Agua
- Vehículos de transporte de la fruta (tarimas de charolas)
- Tarimas para colocar charolas
- Unidades móviles de baño
- Tractor con remolque
- Bote de basura
- Formatos o registros de cosecha
- Canastas para la cosecha y transporte de dátiles en el campo

Para realizar la cosecha de los racimos, se utilizan canastas o soportes con malla o cedazos, consistentes en círculos de acero recubiertos de malla con orificios lo suficientemente grandes para permitir la salida del cáliz, pero diseñados para evitar la caída de los frutos al suelo durante la cosecha.

Para la cosecha en palmas datileras mayores de 8 años, se utilizan escaleras o un elevador con canasta adaptada, que soporta el peso del equipo de cosecha, como cajas, canastas de cosecha, agua, cuerdas, tijeras y navajas. Además, este equipo brinda mayor seguridad al personal encargado de la cosecha.

Figura 132. Canasta de cosecha



Figura 133. Grúa o elevador con canasta para cosecha



Proceso de cosecha del dátil variedad Medjhouli

Figura 134. Proceso de cosecha de la palma datilera variedad Medjhouli

a) Canasta de cosecha



b) Bajado de frutos



c) Dátiles en charolas



d) Cosecha en cajas



e) Preselección en campo



f) Frutos seleccionados



Charolas para cosecha de dátil

Para la cosecha se utilizan charolas de plástico, donde se coloca una sola capa de frutos para evitar daños. Las charolas de cosecha tienen la capacidad de 10 kg, con volumen de 8 litros, dimensiones exteriores: 69 x 48 x 7h cm y dimensiones interiores: 64.5 x 44.5 x 6 cm y tienen como característica de tipo de empaque enfilable y estibable.

Figura 135. Charolas para cosecha del dátil.



Características de los Dátiles a la Cosecha

Los dátiles son higroscópicos y pueden perder o ganar humedad del ambiente hasta alcanzar un equilibrio con la humedad relativa del aire circundante. Los dátiles se distinguen de la mayoría de las demás frutas por su madurez botánica, caracterizada por al menos tres niveles de madurez comercial:

- *Khalaal*: Fisiológicamente maduro, de color amarillo o rojo, con un contenido de humedad del 50–85%. Presenta astringencia debido al alto contenido de taninos.
- *Rutab*: Parcialmente dorado, con un contenido de humedad del 30–45%.
- *Tamar*: De color ámbar a marrón oscuro, con un contenido de humedad inferior al 25% (puede llegar hasta el 10%). Los frutos cosechados en la etapa Tamar no son perecederos, ya que los microorganismos no pueden crecer en ellos.

El fruto debe ser suave y elástico para que pueda ser embalado y conservado sin cambiar de forma. La humedad ideal debe estar entre el 20% y el 26% (cuando está fresco). Cuando el contenido de humedad supera el 65%, los frutos se ven afectados por factores microbiológicos, como mohos, levaduras y bacterias, que contaminan y dañan el fruto.

Una característica importante, observada a simple vista, es la integridad de la piel adherida al fruto. Además, al exponer el fruto a la luz solar, el color ámbar debe permitir visualizar la totalidad o parte de la semilla. Posteriormente, se consideran otros parámetros como el tamaño, forma, color, etcétera.

Figura 136. Dátiles cosechados en el momento óptimo de corte con piel adherida a la pulpa.



No todos los dátiles en un racimo o los racimos en una palma maduran y cosechan al mismo tiempo. Se realizan tres o cuatro pasos de recolección durante la cosecha, regularmente deben ser tres pasos para cosechar la totalidad de los frutos en Mejhoul, en el caso de Deglet Noor solo se realiza un paso para cosechar el racimo completo.

Índices de Calidad

El dátil es una baya con una sola semilla que varía en tamaño entre el 9% y el 30% del peso del fruto; se prefieren semillas más pequeñas, hueso reducido y pulpa más gruesa. Los dátiles pueden tener forma redonda, ovalada, oblonga o cilíndrica, dependiendo del cultivar. Los índices de calidad incluyen el tamaño, la forma, el color, la textura (textura masticable), la limpieza y defectos (como quemaduras solares, separación de la piel, daño por insectos, migración de azúcar a la superficie de la fruta y fermentación), así como patógenos causantes de descomposición.

Al momento de la cosecha, se realiza una selección rápida basada únicamente en el grado de madurez, clasificándolos en:

- *Sanos*: No hay separación por tamaño, color u otras características.
- *Amarillos*: Localmente conocidos como “con la güera” .
- *Dátiles con plagas, enfermedades o defectos graves*: Estos se separan para descarte.

Método de Recolección

El momento para la cosecha debe planificarse de tal manera que se asegure que los frutos presenten una textura suave pero firme cuando lleguen al mercado. Sin embargo, en ocasiones algunos frutos tienen una mayor deshidratación y, en esos casos, se rehidratan mediante vapor.

Para la recolección, los dátiles se vierten directamente durante la cosecha en contenedores como charolas, formando una sola capa de frutos. Esto constituye la forma adecuada para el transporte del campo al almacén del predio y posteriormente a la empacadora, ya que evita que los dátiles se infecten con plagas, se contaminen con tierra o arena, y asegura que la fruta llegue en buenas condiciones sin aplastarse.

Figura 137. Preselección en campo de dátiles.



Para evitar daños mecánicos es necesario acondicionar el transporte para que el dátil deberá estar resguardado ante la posibilidad de sufrir golpes, roces, compresión, etc. También deben evitarse la humedad o condensación, ya que favorecen la aparición de mohos y las pudriciones.

Figura 138. Transporte de charolas al área de selección y almacén.



Preselección de Frutos Después de la Cosecha

Es una práctica que se recomienda realizar para reducir pérdidas o rechazos de la fruta que se envía al empaque. Consiste en separar los frutos que no están destinados al mercado mientras aún se encuentran en el lugar de cosecha. Los dátiles podridos, agrios, con daños por insectos o fauna local, con presencia de hongos, aplastados, arrugados, sin madurar o frutos inmaduros no aptos para la maduración artificial deben retirarse de la plantación.

Esta actividad puede realizarse en el campo o en instalaciones acondicionadas, donde se revisen todos los frutos de manera secuencial para eliminar aquellos que no cumplan con los requisitos de venta o comercialización, según los siguientes criterios:

1. *Daños mecánicos*: Hoyos o perforaciones que muestren un aspecto inadecuado o permitan la entrada de patógenos.
2. *Piel separada o dañada*: Estos frutos se clasifican en categorías inferiores durante el empaque.
3. *Daños por insectos o plagas*: Estos también se eliminan durante el empaque.
4. *Moho u otros hongos*: Cualquier tipo de afectación fúngica debe ser descartada.
5. Descomposición parcial o total.

6. *Suciedad por tierra u otros materiales extraños*: No se debe recoger ningún fruto que haya caído al suelo durante o después de la cosecha.
7. *Otros daños*: Cualquier otro daño que haga que la fruta no sea apta para el consumo humano.

El área de selección puede realizarse inicialmente en el campo, pero es preferible acondicionar un cuarto o área cerrada para evitar la contaminación por insectos. Este espacio debe incluir:

- Mesas de acero inoxidable.
- Una doble puerta de entrada con malla para evitar la entrada de insectos.
- Trampas con luz ultravioleta para atraer insectos.
- Limpieza diaria de toda el área de trabajo.

Además, se debe considerar que los trabajadores tengan las condiciones adecuadas para realizar las actividades de selección, asegurando que los dátiles no se deshidraten por debajo del 23%, lo que podría afectar su calidad comercial.

Figura 139. Área de selección antes de enviar al empaque.



La selección que se realiza en el campo o en áreas de selección en cuartos equipados puede ser mecánica o manual, siendo esta última la más común. En la cual, las charolas se reciben del campo y se lleva a cabo una separación en relación a frutos podridos o dañados, así como frutos amarillos o destinados a deshidratación. En muy pocas ocasiones se realiza una clasificación por tamaño o calidad comercial, lo cual dependerá del mercado de destino.

Figura 140. Área de selección manual por tamaño, grado de madurez, y defectos.



Las instalaciones de selección y empaque se diferencian por el nivel tecnológico que emplean. Estas van desde sistemas que utilizan bandas mecanizadas con selección manual basada en la calidad, hasta sistemas automatizados con reducida intervención del personal y equipados con diversos tipos de maquinaria o equipos, como lectores ópticos para la selección por calidad (peso, tamaño, apariencia superficial, color, etc.). Esta tecnología es la más adecuada y presenta mayor eficiencia en la clasificación de los dátiles.

Figura 141. Equipo semiautomatizado de selección para el dátil en el área de empaque.



Almacenamiento Temporal del Dátil

Los dátiles, cuando maduran, se vuelven muy atractivos, lo que los hace susceptibles a la atracción de diversos insectos y son muy susceptibles a enfermedades fúngicas. En la palma datilera, están protegidos con la

bolsa datilera y presentan menor riesgo de plagas; sin embargo, al cosecharse, los dátiles se depositan en charolas, las cuales deben protegerse cubriéndolas con malla antiafídica o resguardarse en cuartos protegidos, preferentemente con temperatura y humedad relativa controladas. Allí pueden almacenarse hasta completar el cargamento que será llevado al empaque para su selección comercial.

Figura 142. Almacén temporal de dátiles que serán enviados al empaque.



Dado que el proceso de cosecha puede extenderse por varios días para completar un envío al empaque, es posible almacenar los dátiles ya seleccionados en el campo o en el área de selección durante periodos cortos. Estos deben mantenerse en cuartos inocuos con temperatura fresca y un 20 % de humedad relativa. En todo momento, los dátiles deben estar protegidos de infestaciones de polillas o ratones.

Deshidratación de Frutos

Durante el proceso de cosecha del racimo, algunos frutos se desprenden antes de estar listos para la cosecha. Estos frutos presentan mayor humedad que aquellos que están listos para el corte. En el proceso de selección en el campo o en el área de selección, se separan en charolas independientes de acuerdo con el porcentaje de humedad. Posteriormente, se llevan al área de secado bajo sombra, al sol o mediante aire caliente forzado.

Es importante mencionar que este proceso solo debe realizarse en áreas protegidas de roedores y polillas, ya que en esta etapa los frutos son muy

susceptibles a reinfestaciones de plagas y proliferación de enfermedades cuando aumenta la humedad relativa.

Mientras mayor sea la proporción de color amarillo en los dátiles, mayor será su contenido de humedad. Por lo tanto, deben permanecer en áreas ventiladas, protegidos de plagas. En caso de realizarse en un cuarto, se deben instalar extractores para extraer el aire húmedo y caliente.

Figura 143. Dátiles seleccionados en campo para realizar el proceso de deshidratación al sol.



Secado de Frutos Posterior a la Cosecha

En ocasiones, algunos frutos presentan exceso de humedad, por lo que se lleva a cabo un proceso de secado en hornos o al sol. El secado al sol ocurre cuando la temperatura ambiente alcanza los 40 °C o más, lo que provoca que los dátiles maduros se ablanden, dificultando determinar cuándo detener la exposición.

Esta práctica es necesaria para los frutos que se desprendieron del racimo durante la cosecha y aún no tienen una humedad inferior al 23 %. Estos frutos requieren un secado o deshidratación hasta alcanzar la humedad suficiente para pasar al proceso de inspección y selección en el preempaque o empaque. El secado se realiza en bandejas o charolas de cosecha, formando una sola capa para evitar daños por compactación o roce entre frutos. Los frutos pueden esparcirse al sol directo, bajo media sombra en plataformas, en hornos de secado o en invernaderos acondicionados con extractores de aire.

Para su conservación en refrigeración, se requiere un secado uniforme con un contenido de humedad entre el 20 % y el 26 %. Por otro lado, la conservación sin refrigeración requiere un deshidratado con un contenido de humedad entre el 16 % y el 19 % para reducir riesgos. Posteriormente, para conservar los dátiles secos, estos deben almacenarse en condiciones que impidan una mayor pérdida de agua (un sellado hermético y una temperatura controlada).

Para el secado uniforme, se deben mantener niveles de temperatura entre 30 °C y 50 °C durante 48 a 72 horas, lo cual también es necesario para la maduración de los dátiles Medjool. Sin embargo, temperaturas altas (55 °C o más) afectan la calidad, causando ampollas significativas (separación de la piel de la fruta) y cambios en el color de la fruta.

Técnica de Secado en Tarimas o Pallet

El secado o deshidratado de los dátiles es necesario para lograr un manejo más eficiente de la producción posterior a la cosecha. Para algunos productores que no cuentan con la infraestructura adecuada para realizar el secado o deshidratación, se recomienda que lo realicen con charolas sobre tarimas, cumpliendo con los siguientes requisitos (Anon, 1990):

- La altura máxima de la tarima o pallet debe ser de 2.1 m.

- Las bandejas deben apilarse en capas de 5 unidades cada una (con dimensiones de $40 \times 60 \times 10$ cm).
- La capacidad de cada pallet debe ser de 100 bandejas.
- La cantidad de fruta por bandeja debe ser de 3 kg de dátiles Mejhouli.
- El número de pallets por módulo de secado debe ser de diez, con una capacidad total de 300 kg de fruta.

Hidratación

La hidratación es una técnica que se realiza solo en aquellos frutos demasiado secos (con menos del 23 % de humedad), generalmente frutos que fueron cosechados con un nivel de sequedad excesivo o almacenados en condiciones inadecuadas, lo que provocó una pérdida de agua mayor a la requerida por el mercado. Se utiliza para suavizar la textura de la piel y ablandar la pulpa del dátil.

Para este proceso, los dátiles se sumergen en agua caliente o se exponen a vapor a temperaturas de 60 °C a 65 °C y 100 % de humedad relativa durante 4 a 8 horas, dependiendo del nivel de deshidratación de los frutos. La hidratación transforma los dátiles secos en frutos más suaves y brillantes, aunque con una pulpa más oscura. Este efecto también ocurre cuando los dátiles son pasteurizados mediante exposición a 72 °C y 100 % de humedad relativa del aire hasta que su temperatura alcance los 66 °C, donde se mantiene durante una hora. Sin embargo, tales condiciones pueden inducir oscurecimiento de la pulpa.

Lavado y Secado de Dátiles

El agua con la que se lavan los dátiles debe ser reemplazada con frecuencia, y las soluciones desinfectantes (fungicidas, cloro, etc.) deben aplicarse bajo estrictos controles de inocuidad, monitoreando constantemente la concentración del germicida o producto desinfectante. Es importante que, después de humedecer o lavar los dátiles, estos se sequen adecuadamente para evitar la proliferación de hongos.

Figura 144. Área de lavado en la banda de selección en el empaque.



Empaque para Dátiles de Mercado Nacional y Exportación

El empaque consiste en colocar los alimentos en un contenedor distinto al original. Algunos de los principales desafíos que enfrentan la producción y comercialización de dátiles son problemas relacionados con las tecnologías de manejo durante la cosecha y poscosecha, el uso de tecnologías de procesamiento y empaque adecuadas, así como aspectos de seguridad alimentaria y garantía de calidad.

Para el empaque y conservación de los dátiles, es necesario prestar atención a la humedad superficial antes de enfriarlos o empacarlos en los contenedores de transporte. El enfriamiento por aire suele ser una opción más adecuada que el enfriamiento por agua. Además, el uso de un revestimiento de plástico perforado dentro de la caja puede reducir la pérdida de agua durante el transporte y la comercialización (Kader & Hussein, 2009).

Figura 145. Lavado y cepillado de dátiles.



Figura 146. Empaque de dátil por calidad.



Figura 147. Deshuesado y empackado de dátíl.



Figura 148. Pesado de dátiles.



Figura 149. Clasificación de dátiles (izquierda dátiles con ampollas y derecha dátiles sin ampollas).



Figura 150. Presentación comercial de dátil para mercado comercial.



Figura 151. Caja de dátil con presentación para exportación.



Cuadro 8. Diagrama de flujo para el proceso de cosecha en dátil variedad Mejhoul.

1	Corte de dátiles en campo o plantación
2	Selección en campo para eliminar frutos dañados, con plagas o enfermedades
3	Transporte de dátiles en cajas de cosecha
4	Recepción en el área para selección, remoción de enfermos o dañados y separación de dátiles por grado de madurez
5	Dátiles llevados al empaque para lavado, desinfectado, secado y enserado o cepillado
6	Selección por porcentaje de frutos con piel ampollada, uniformidad en el tamaño, peso y defectos visuales de la epidermis.
7	Empacado en cajas para venta comercial.
8	Colocación de cubierta plástica individual de caja.
9	Etiquetado de cajas (trazabilidad)
10	Paso de la caja por detector de metal.
11	Almacenamiento en cuarto refrigerado
12	Transporte a los mercados.

Pérdidas Poscosecha de Dátiles

A) Causas Primarias

A.1. Separación de la piel ('bolsudos')

Es uno de los trastornos fisiológicos más relevantes debido a las pérdidas de calidad que provoca. Este trastorno se caracteriza porque la piel se torna seca, dura y quebradiza, separándose de la pulpa. Este problema se desarrolla durante la maduración de cultivares de dátiles blandos, como Mejhoul y Barhee, los cuales varían en su susceptibilidad.

La separación de la piel está estrechamente relacionada con altas temperaturas y alta humedad relativa en una etapa anterior al inicio de la maduración, lo que puede predisponer a los dátiles a este trastorno. Para

mitigar este problema, se recomienda equilibrar la fertilización mediante la aplicación de potasio, evitando el exceso de nitrógeno. Además, es importante evitar fluctuaciones en el riego o la hidratación de los frutos en la etapa Tamar, o cuando los frutos cambian de color amarillo a tonalidades ámbar.

Figura 152. Frutos con desprendimiento de piel “bolsudos” con poco valor estético y comercial



A.2. Pérdidas Mecánicas

Dentro de este apartado se incluyen impactos, cortes, caídas, roces u otros daños que afectan la integridad del dátil. Durante la cosecha, se pueden encontrar frutos con daños mecánicos, causados por espinas, hojas, tallos o fauna local, entre otros factores. Estos daños suelen generarse en algún momento posterior a la polinización, y aunque el fruto continúe creciendo y desarrollándose de manera aparentemente normal, los daños se hacen más evidentes con el tiempo.

En etapas cercanas a la cosecha, estos daños suelen provocar la caída prematura del fruto, lo que resulta en pérdidas en la producción.

Figura 153. Daños físicos en dátiles.



A.3. Pérdidas Medioambientales

La exposición a condiciones climáticas, como la lluvia o la exposición directa de los dátiles al sol, puede provocar sobrecalentamiento y daños como ampollas, decoloración de la epidermis o cambios en el color de la pulpa. Los daños por lluvia en los dátiles ocurren principalmente antes de la cosecha, ya que los racimos permanecen húmedos, lo que favorece la formación de hongos internos.

La calidad de la fruta es altamente sensible a la temperatura y la humedad ambiental; tanto los extremos bajos como los altos son inadecuados para lograr frutos de alta calidad. La lluvia puede dañar la fruta y afectar su calidad debido a la pudrición, la fermentación y la infestación de insectos. Para mitigar estos efectos, la fruta debe protegerse de la lluvia utilizando papel encerado o fundas de nailon.

Figura 154. Daño por desprendimiento de piel en dátiles.



A.4. Fisiológicas

Desde las alteraciones originadas por la respiración y la transpiración, provocan su envejecimiento antes de ser recogidos.

Figura 155. Frutos deshidratados.



A.5. Pérdidas Químicas y Bioquímicas

La aparición de toxinas y las contaminaciones causadas por productos químicos y pesticidas se incluyen en este apartado, así como la oxidación fenólica.

A.6. Pérdidas Biológicas y Microbiológicas

Las plagas y enfermedades afectan la salud de los cultivos, especialmente en condiciones de lluvia.

Figura 156. Daño por plagas y enfermedades en dátiles.



A.7. *Manchas de azúcar*. Las manchas de azúcar se observan como cristalización de azúcares debajo de la piel o en la pulpa de los dátiles blandos. Aunque no influyen en el sabor, alteran la textura y apariencia de la fruta. La principal causa es que las variaciones de humedad y temperatura forman precipitados de azúcares.

Las manchas de azúcar disminuyen a medida que baja la temperatura y cuando el contenido de humedad cae por debajo del 22 %, por lo que, para el almacenamiento, se recomienda mantener temperaturas que minimicen este desorden. Las manchas se pueden reducir con un calentamiento suave de los dátiles afectados, pero pueden reaparecer si prevalecen condiciones desfavorables

Figura 157 . Manchas de azúcar en dátiles.



- A.8. *Oscurecimiento de la pulpa del dátil.* Es causado por el pardeamiento enzimático y no enzimático, los cuales ocurren en los dátiles. Lo cual aumenta con mayor contenido de humedad y temperaturas más altas. El pardeamiento enzimático se puede inhibir a bajas concentraciones de oxígeno.
- A.9. *Fermentación.* Es un daño común provocado principalmente por levaduras, pero también puede presentarse por hongos (*Aspergillus* , *Alternaria* y *Penicillium* spp.) y bacterias como *Acetobacter* , que pueden convertir el alcohol en ácido acético (vinagre). Este fenómeno es provocado por un contenido de humedad del dátil cosechado superior al 25 %, debido a la cosecha después de la lluvia o en periodos de alta humedad relativa. El resultado es que los dátiles, al degustarse, ofrecen un sabor desagradable ligeramente ácido, pulpa suave y olor alcohólico (fermentación). Las estrategias de prevención o control son secar los dátiles al 20 % de humedad o menos, así como mantener temperatura y humedad relativa baja durante todo el proceso de cosecha y poscosecha, para evitar el crecimiento de microorganismos que causan estas enfermedades.

Figura 158. Fermentación de dátiles.



B). Causas secundarias

B.1. *Planificación inadecuada de la producción y de la cosecha.* La cosecha en Medjool es escalonada debido a las diferencias en la maduración y deshidratación de los frutos en el mismo racimo; por lo tanto, deben respetarse las fechas de cosecha para evitar pérdidas indeseadas.

B.2. *Planificación inadecuada del proceso de recolección.* No cosechar en las horas más calurosas y exponer los dátiles al sol mientras son recogidos provoca pérdidas poscosecha por desprendimiento de la piel debido al exceso de calor.

B.3. *Transporte y almacenamiento inadecuados.* El uso de recipientes impropios, el exceso de carga durante la recolección o transporte, así como una manipulación inadecuada, contribuyen a daños en los frutos.

B.4. *Comercialización inapropiada.* La exposición de los productos directamente al sol, cambios de temperatura poscosecha o su embalaje en recipientes inadecuados inciden en que estos se dañen.

Evaluación de las pérdidas en cosecha

Las pérdidas en cosecha y poscosecha son debidas a los frutos desperdiciados o en mal estado, que no son aptos para el consumo humano y que se producen entre la recolección y la llegada al punto de venta. En general, pueden representar entre un 5 % y un 25 % de las pérdidas en cosechas, donde en los dátiles estas están muy definidas por las condiciones ambientales; principalmente por la presencia de lluvias o alta humedad relativa previo a la cosecha

Figura 159. Evaluación de las pérdidas en cosecha.



Es importante estimar las pérdidas para definir las estrategias que permitan reducirlas durante y posterior a la cosecha. Se debe realizar un muestreo aleatorio (entre un 5 % y un 10 % de charolas recolectadas) para determinar los porcentajes de frutos secos, enfermos o con cualquier otro tipo de daño. Para realizar las evaluaciones, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Porcentaje de frutos secos (\%)} = \frac{\text{Número de dátiles secos}}{\text{Número total de dátiles por charola}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de frutos enfermos (\%)} = \frac{\text{Número de dátiles enfermos}}{\text{Número total de dátiles por charola}} \times 100$$

Recomendaciones para reducir las pérdidas en poscosecha

Eliminar frutos secos antes de colocar la bolsa datilera o los sacos para proteger los dátiles. Es recomendable realizar una limpieza de frutos secos, dañados, podridos o infectados con *Ectomyelois ceratoniae* (polilla de los dátiles).

En la etapa final de maduración y deshidratación de los frutos, se controla la nutrición mediante la reducción de la fertilización nitrogenada y se reduce el suministro de agua a niveles adecuados; es decir, evitar los riegos por inundación cuando los frutos cambian de amarillo al color ámbar.

Figura 160. Frutos secos.



Controlar plagas y enfermedades con medidas preventivas, como el uso de bolsas datileras o sacos, reparar bolsas datileras rotas, eliminar residuos de cosecha o dátiles con algún tipo de daño, así como brindar mantenimiento a las instalaciones de selección y empaque.

Figura 161. Racimo de dátiles



Cosechar en el punto de madurez correcta reduce las pérdidas; sin embargo, esperar que todos los frutos se deshidraten en el mismo racimo afecta la calidad comercial. Se recomienda esperar hasta que los dátiles estén entre el 23 % y el 30 % de deshidratación, con una consistencia suave, y no blanda ni con desprendimiento de la piel.

Figura 162. Deshidratado de dátiles.



Capacitar al personal de apoyo en el adecuado protocolo de buenas prácticas agrícolas durante la producción, cosecha o cualquier otra manipulación durante la poscosecha.

Calidad de los dátiles

La clasificación por calidad de los dátiles está en función de parámetros comerciales de calidad del dátil, que se define como una medida del grado de excelencia del fruto deshidratado y de sus productos. Es una combinación de atributos, propiedades o características que dan valor a la mercancía como alimento humano.

Clasificación comercial de los dátiles

La clasificación comercialmente más utilizada es:

- Los dátiles “Jumbo” son de la máxima calidad y tienen entre 35 y 42 dátiles por kilogramo.
- Los dátiles “Large o grandes” son de gran calidad, pero tienen entre 43 y 51 dátiles por kilogramo.
- Los dátiles “Fancy o elegantes” pueden ser de cualquier tamaño, pero deben mostrar solo imperfecciones menores, una ligera separación de la piel y deben estar húmedos.

- Los dátiles “Choice o selecto” pueden ser de cualquier tamaño y pueden mostrar algo de sequedad, separación de la piel y, en ocasiones, tener piel rota.

Factores frecuentes de contaminantes en los dátiles durante la cosecha

- *Factores físicos:* Arena y tierra, como resultado de tormentas de arena en muchas regiones donde se cultivan dátiles, así como tierra adherida a la fruta que se encuentra en el suelo.
- *Factores químicos:* Son especialmente restos de plaguicidas, algunos de los cuales pueden eliminarse mediante lavado.
- *Factores microbiológicos:* La limpieza externa de la fruta mediante el lavado elimina parte de la contaminación microbiológica, incluidas las excreciones de pájaros, que pueden estropear la fruta.

Determinación de la humedad de los dátiles previos a la cosecha

La humedad de los frutos de dátil debe ser del 20 % al 26 % (cuando está fresco), con un contenido de humedad de equilibrio de no más del 65 %. La recolección tendrá lugar mientras la fruta tenga un contenido de agua relativamente alto para evitar que pierda agua y adquiera una textura dura.

30. Postcosecha

La poscosecha se considera toda labor realizada después de la cosecha, con el fin de acondicionar los alimentos para su consumo directo o para ser procesados. En este manejo se involucran, además, las etapas de mercadeo agrícola y su distribución. También se le define como el intervalo de tiempo transcurrido entre la madurez del cultivo y su consumo, o como aquellos procesos de acondicionamiento desde la madurez fisiológica del dátil, su recolección, hasta su consumo final (natural o procesado).

Criterios para realizar la fumigación del dátil

Regularmente, los dátiles tienen el riesgo de infectarse por la polilla de la harina o *Ectomyelois ceratoniae*, que coloca sus huevos en los frutos antes, durante o posterior a la cosecha. Por lo tanto, una de las recomendaciones es realizar métodos para la desinfección de los dátiles. Una práctica común es la fumigación de dátiles con la exposición a fosfuro de aluminio, de acuerdo con la siguiente guía para determinar las condiciones para las fumigaciones, con duración mínima del periodo de exposición y temperaturas indicadas:

Cuadro 9. Criterios para fumigación en relación a la temperatura, tiempo y la presentación del *fosfuro de aluminio*.

Temperatura (°C o °F)	Presentación comercial del fosfuro de aluminio		
	Gránulos	Tabletas	Bolsas de gas
5 °C (40 °F)	No fumigar	No fumigar	No fumigar
5 – 12 °C (40° - 53°F)	8 días (192 horas)	10 días (240 horas)	14 días (336 horas)
12 – 15 °C (54° - 59°F)	4 días (96 horas)	5 días (120 horas)	9 días (216 horas)
16 – 20 °C (60° - 68°F)	3 días (72 horas)	4 días (96 horas)	6 días (144 horas)
20 °C (arriba de 68°F)	2 días (48 horas)	3 días (72 horas)	4 días (96 horas)
25 °C (arriba de 77°F)	-----	-----	3 días (72 horas)

Fuente: Weevil-cide (fumigante de *fosfuro de aluminio*. <https://indfumco.com/wp-content/uploads/2014/labels-and-msds/Weevil-Cide%20Tablets%20Spanish%20Manual%20EPA%2070506-13.pdf>)

Es importante considerar que la fosfina es un gas móvil y de alta toxicidad que penetra en todas las partes de la estructura de almacenamiento. Por lo tanto, las dosis deben realizarse en función del volumen total del área tratada y no solamente en la cantidad de producto que se desea fumigar. Es decir, se utiliza la misma cantidad de producto, ya sea que el área esté vacía o contenga producto. De forma general, se puede utilizar la siguiente dosificación de *fosfuro de aluminio*:

Cuadro 10. Intervalos de dosis para fumigaciones de espacios cerrados con *fosfuro de aluminio*.

Característica	Número de tabletas (1 m3)	Número de tabletas (28 m3)
Dátiles deshidratados en cajas de almacenamiento	0.71 – 1.43	20 - 40/28 m3
Dátiles deshidratados a granel	0.71 – 1.43	25 – 50/35 m3 20 – 40/28 m3

Nota: 1 g de PH3 /28 m3 , equivalente a 25 ppm.

Almacenamiento

Los dátiles que se cosechan en la etapa de *Khalal*, que para el caso de *Barhee* tienen color amarillo, tienen el mayor peso y tamaño, con una textura crujiente. Por lo tanto, deben almacenarse a 0 °C y entre 85 % y 95 % de humedad relativa para reducir la pérdida de agua. El embalaje en bolsas de plástico o el uso de forros de plástico en la caja ayuda a reducir la pérdida de agua.

El dátil *Medjool* es suave al momento de la cosecha en la etapa de *Rutab*, cuando ha perdido gran parte del agua, y su nivel de deshidratación permite mantener su textura y sabor por más tiempo. La temperatura óptima para almacenar los dátiles en Tamar es de 0 °C durante 6 a 12 meses. Los dátiles “Deglet Noor” y “Halawy” tienen una vida útil más larga que los dátiles blandos (*Medjool* y *Barhee*), por lo que su almacenamiento puede extenderse a temperaturas de congelación de -15.7 °C, pero con 20 % de humedad o menos pueden conservarse a -18.0 °C durante más de un año, o a 0 °C durante un año, o a 4 °C durante 8 meses, o a 20 °C durante un mes. En todos los casos, la humedad relativa debe mantenerse entre 65 % y 75 % (Kader & Hussein, 2009).

En la región, el almacenamiento se realiza en condiciones de 26 % a 30 % de humedad. Sin embargo, debe recordarse que el dátil deshidratado tiene la capacidad de absorber o igualar su estado con respecto al ambiente. Por ello, se recomienda mantener la humedad relativa por debajo del 20 % para que los dátiles puedan almacenarse a 25 °C hasta por un año.

Clasificación por peso de dátiles Medjool para comercialización

Principales estándares de calidad para la comercialización de dátiles:

1. *Grados (clasificación)*: Desprendimiento de piel o “bolsudo”, de poco o ningún valor comercial, tamaño del fruto e imperfecciones de la piel.
2. *Dureza/Azúcar*: Tipos populares: Firme/Semi-seco (Deglet Noor , Zahidi , Fardh), Suave (Halawy , Khadrawy , Khalas , Medjool).
3. *Envasado*: Sin hueso, con/sin aditivos.
4. *Disponibilidad estacional*: Rutab vs. Tamar.
5. *Aspecto*: Bien coloreado, húmedo.
6. *Defectos*: Decoloración, mohos, cristalización (capa de azúcar) u otros defectos físicos.

Cuadro 11. Clasificación por calidad de dátil *Mejhoul* para pago al productor.

Número	Clasificación por calidad	Tamaño (Piezas por libra)	Separación de piel (%)
1	JUMBO	14 - 16	0 -10
2	LARGE	20 -24	0 - 10
3	PREMIUM (XTRAFANCY)	35 a 60 mm	0 - 20
4	FANCY	35 a 60 mm	30 - 35
5	LARGE CHOICE	14 - 16	35 - 60
6	PREMIUM - MIX	27 - 35	61 - 100
7	GRIND	Mezclado	61 - 100

Figura 163. Clasificación por tamaño en dátíl variedad Mejhoul.



Descripción de grado del dátíl Medjool entero

La fruta debe cumplir con los principios de inocuidad, ser uniforme en su tamaño, color y grado de maduración, considerando en todo momento que los dátiles deben tener el mínimo de defectos, tales como: piel separada de la pulpa (“bolsudos”), cualquier daño físico o piel rota, estrías, cicatrices, cierre del carpelo o daño por los pétalos posterior a la polinización, hongos, insectos o cualquier material extraño; además, los dátiles cosechados deben estar libres de residuos de insecticidas, herbicidas o cualquier químico que comprometa su integridad o inocuidad.

En general, el parámetro más importante para la clasificación de los dátiles es el peso y el grado de separación de la piel de la pulpa.

Contenido de humedad del dátíl

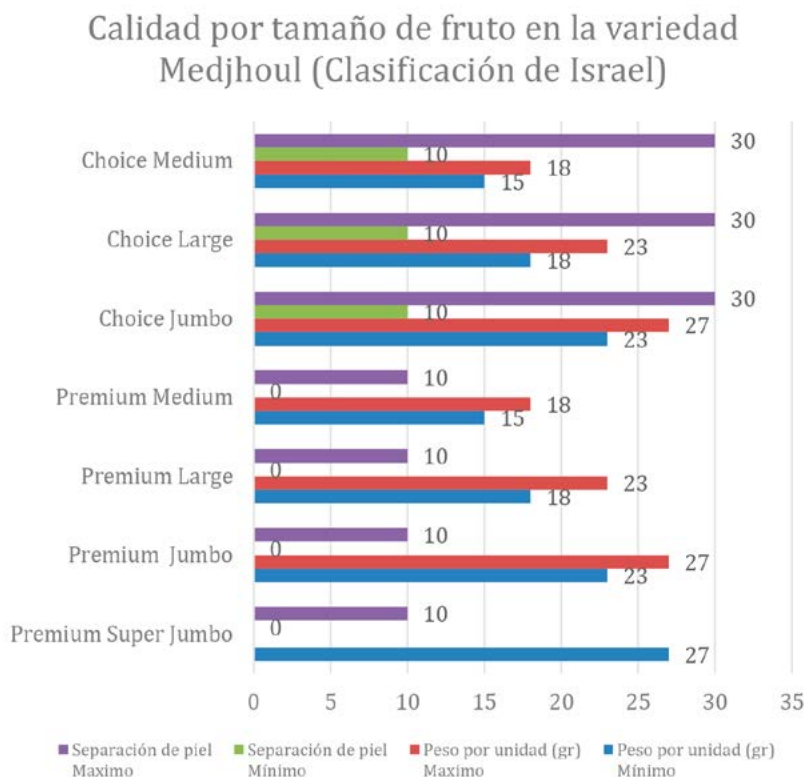
Para iniciar la cosecha y mantener la calidad, el contenido de humedad del dátíl debe encontrarse en el rango del 18 % al 23 %, que se considera seco; pero para algunos mercados que desean el fruto suave, se mantiene en el rango del 21 % al 26 % de humedad.

Cuadro 12. Características de los frutos para realizar la clasificación comercial individual del dátil

Calidad	Cantidad promedio de frutos (454 g)*	Separación de la piel del fruto (%)	Tamaño promedio (cm)	Descripción
JUMBO	Promedio de 26 g o mas. 17 o menos frutos	0% – 10%	Mayor de 2.5 cm (2” o más)	Dátil de tamaño más grande. Mínima separación visual de piel.
GRANDE (Large)	22 g a 25 g 18 – 21 frutos	0% – 10%	4.45 – 5.08 cm (1.75” a 2”)	Fruto grande pero menor al jumbo. Mínima separación de piel.
PREMIUM	10 g o menos 45 o más	0% - 40%	3.81 cm o más	Dátil de tamaño moderado a grande Dátiles con más separación de piel.
MOLIENDA (Grind)	Todos los tamaños	Todo aplica	Todos los tamaños	En esta clasificación puede tener la humedad recomendada, pero cualquier tamaño y calidad.

*Peso de una libra = 453.59 gramos

Figura 164. Clasificación de Israel por calidad por tamaño de fruto en la variedad Medjhoul.



La principal diferenciación de los dátiles

La principal diferenciación de los dátiles es por la calidad externa o frutos con ampollamiento. Desde ese momento, los frutos son seleccionados y definen en gran medida la calidad final, donde los frutos con ampollamiento pasan a clasificaciones inferiores en comparación con aquellos cuya piel está adherida a la pulpa.

Equipo para medir la humedad del dátil

El medidor de humedad DFA determina la humedad utilizando la conductividad eléctrica para probar la humedad mediante un puente de

Wheatstone. Es más rápido que los métodos de horno de vacío y está publicado en el Journal of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Es el único método sin horno aprobado por la AOAC para su uso con frutos secos, por lo que es ampliamente utilizado por la industria de los frutos secos tanto en los EE. UU. como a nivel internacional. Está recomendado para manzanas, duraznos, dátiles, higos, chabacanos, peras y ciruelas pasas.

Desarrollado en colaboración con Rich Young y Ronald Haff del Centro de Investigación Regional Occidental del USDA-ARS, el medidor digital utiliza un controlador programable con una resistencia variable digital en lugar del potenciómetro de alambre bobinado. Combina un termómetro digital integrado y otros dispositivos electrónicos, lo que simplificará aún más las operaciones del medidor de humedad, ya que la determinación de la lectura será automática y reducirá la probabilidad de error del usuario.

Figura 165. Equipo para medir la humedad del dátil



Fuente: <https://safefoodalliance.com/lab/moisture-meter/>

Parámetros comerciales para conservación del dátil en refrigeración

Los frutos de dátil, así como otros más, son perecederos; es decir, su vida poscosecha se reduce cuando no se brindan las condiciones adecuadas de almacenamiento, temperatura, humedad relativa y empaque. Es por esto que, después de la cosecha, los dátiles deben enfriarse a 0 °C, pero para transportarse deberán mantenerse bajo refrigeración (0 °C a 2 °C y 90 % a 95 % de humedad relativa) para mantener su calidad.

Es importante que, posterior a la selección o empaçado, se inicie el proceso de la cadena de frío, reduciendo la temperatura de campo con temperaturas menores a 10 °C, hasta llegar a 0 °C. Esta es la forma más eficiente de retrasar el deterioro por pérdida de agua y, por lo tanto, menor turgencia, lo que afecta la maduración excesiva en la etapa de Tamar . Es por ello que la estrategia de conservación de los dátiles es por medio del enfriamiento o congelación. En general, se recomienda el almacenamiento de los frutos a temperaturas de 0 °C a 10 °C y con humedad relativa entre 65 % y 75 %, con lo cual se reducen o minimizan los daños fisiológicos del dátil. El almacenamiento por debajo de los 13 °C evitará el daño por alimentación y reproducción de los insectos, y a 5 °C o menos controlará la infestación de insectos.

Cuadro 13. Temperaturas y tiempos de conservación del dátil en refrigeración.

Temperatura de conservación del dátil	Tiempo de conservación	Humedad relativa (%)
0 °C	6 meses	Menor a 75%
-18 °C	Mayor a 6 meses	Menor de 75%

Los dátiles generalmente se almacenan a bajas temperaturas para evitar cambios de color, manchas de azúcar y procesos de jarabe, así como la incidencia de enfermedades e infestación de insectos.

El hidrogenfiamiento es otra técnica de poscosecha que se puede utilizar para enfriar los dátiles en etapa de Khalal a cerca de 0 °C en 10 a 20 minutos, dependiendo de la temperatura inicial. Esto requiere una desinfección eficaz del agua y la eliminación del exceso de humedad superficial de los dátiles enfriados antes de su almacenamiento.

El almacenamiento y transporte a bajas temperaturas es la herramienta más importante para mantener la calidad de los dátiles porque minimiza la pérdida de color, sabor y calidad de la textura; retrasa el desarrollo de manchas de azúcar, la incidencia de mohos y levaduras y la infestación de insectos; previene la conversión de sacarosa en azúcares reductores y la acidificación de dátiles excesivamente húmedos (Kader & Hussein, 2009).

31. Comercialización

Los principales países productores de dátiles Medjool son Israel, Estados Unidos, México, Jordania y Palestina, quienes exportan sus productos a diferentes destinos alrededor del mundo. Aunque el Reino Unido es un socio comercial común de los cinco países, existe una distribución geográfica específica según el origen de los dátiles Medjool. La distribución se puede resumir de la siguiente manera: Estados Unidos y México comercian principalmente con Australia, Canadá y otros países de América Latina. Jordania trata principalmente con países árabes, con una penetración progresiva en el mercado de la Unión Europea (Francia y Holanda). Israel se centra en países europeos como los Países Bajos, Francia, el Reino Unido y Alemania. Los principales socios comerciales de Palestina son los Emiratos Árabes Unidos, Turquía y el Reino Unido (Zaid & Oihabi, 2022).

La calidad comercial del dátil está influenciada por el tamaño, color, textura, limpieza y ausencia de defectos (desprendimiento de la piel o separación de la pulpa, quemaduras solares, daños por insectos, migración de azúcar a la superficie, fermentación), así como por los efectos de la descomposición causada por patógenos.

Los dátiles son fuentes alimenticias de alta energía, con un contenido de azúcar que oscila entre el 72 % y el 88 % en la madurez. Es así como los dátiles se consumen frescos o secos y se comercializan en diferentes formas, incluyendo enteros con o sin semilla, en diferentes grados de deshidratación, cortados en cubos, rodajas, longitudinalmente, triturados en trozos, macerados, en forma de azúcar, mermelada, molida o en pasta. Los dátiles pueden utilizarse en cereales, budines, pan, prensados, galletas, barras de chocolate, helados y batidos de dátil. También pueden convertirse en jugo, vinagre, vino, cerveza, azúcar, jarabe, miel, chutney, encurtidos, pasta, salsa, saborizantes de alimentos, alcohol y destilados.

Las hojas se emplean para fabricar sogas, canastas, cajones, techos, combustible y muebles. Las hojas muy jóvenes y el corazón de la palma son comestibles, mientras que la savia del tallo se extrae y se utiliza para elaborar azúcar y alcohol. Las semillas se utilizan como alimento para animales, además de poderse tostar y emplearse como sustituto del café

o molerse finamente para mezclar con harina en la elaboración de pan. La madera se emplea para fabricar postes y vigas. El fruto, las semillas y la savia tienen usos medicinales.

Cuadro 14. Subproductos elaborados con dátil.

Dátil deshidratado	Dátil con chile	Licor de dátil	Destilado de dátil
Dátiles empacados	Dátiles rellenos	Dátiles cubiertos de chocolate y crema	Dátiles picados
Helado de dátil	Dátiles Hojas secas	Dátiles picados	Pasta de dátiles.
Dátiles Caramelos y barras	Crema unttable de dátiles	Jarabe de dátiles	Bebidas de dátiles
Mermelada de dátiles	Compota de dátiles	Salsa de tomate de dátiles	Polvo de dátiles secos
Galletas	Bizcochos	Productos de Panadería	Productos de Panadería
Leche de dátiles	Encurtidos de dátiles	Café de dátil	Té de dátil
Vinagre de dátil			

Referencias

- Abdul, B. A., Aslan, S., Beardsley, E. H., Cobb, S., & Shannon, M. (2007). *Soil, water, and nutritional management of date orchards in the Coachella Valley and Bard*. California Date Commission-USDA.
- Abid, I., Laghfiri, M., Bouamri, R., Aleya, L., & Bouriou, M. (2021). *Integrated pest management (IPM) for Ectomyelois ceratoniae on date palm*. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 19, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.100219>
- Ahmed, M. M. M., & El Sharabasy, S. F. (2010). *Effect of intensified intercropping systems of field crops under date palm on soil fertility in the arid regions*. 1st International Conference on Organic Agriculture - Limitations and Future (pp. 17). Ain Shams University, Cairo, Egypt.
- Alikhani, K. A. M., & Soleimani, A. B. M. (2021). Defining date palm leaf pruning line in bearing status by tracking physiological markers and expression of senescence-related genes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 167, 550–560. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.08.032>
- Al-Khalifah, N. S. (2006). METAXENIA: Influence of pollen on the maternal tissue of fruits of two cultivars of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Bangladesh Journal of Botany*, 35 (2), 151–161.
- Al-Mana, F. A., Ed-Hamady, M. A., Bacha, M. A., & Abdelrahman, A. O. (1996). Improving root development on ground and aerial date palm offshoots. *Principes*, 40 (4), 179–181, 217–219.
- Alotaibi, D. A., Alharbi, H. A., Yaish, M. W., Ahmed, I., Alharbi, S. A., Alotaibi, F., & Kuzyakov, Y. (2023). Date palm cultivation: A review of soil and environmental conditions and future challenges. *Land Degradation & Development*, 34 (9), 2431–2444. <https://doi.org/10.1002/ldr.4523>
- Al-Yahyai, R., & Manickavasagan, A. (2012). An overview of date palm production. En *Dates: Production, processing, food, and medicinal values* (p. 442). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11874>
- Amine, M. M., & Meziani, R. (2015). Micropropagation of date palm: A review. *Cell and Developmental Biology*, 4 (160), 1–5. <https://doi.org/10.4172/2168-9296.1000160>
- Anónimo. (1990). *Official methods of analysis* (15.^a ed.). K. Helrich (Ed.). Arlington, VA: Autor.

- Arnon, D. I., & Stout, P. R. (1939). The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*, 14 (2), 371–375. <https://doi.org/10.1104/pp.14.2.371>
- Baker, T. C., Francke, W., Millar, J. G., Löfstedt, C., Hansson, B. S., Du, J. W., Phelan, P. L., Vetter, R. S., Youngman, R., & Todd, J. L. (1991). Identification and bioassay of sex pheromone components of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). *Journal of Chemical Ecology*, 17 (10), 1973–1988. <https://doi.org/10.1007/BF00984692>
- Barreveld, W. H. (1993). *Date palm products*. FAO Agricultural Services Bulletin No. 101. <http://www.fao.org/docrep/t0681e/t0681e00.htm#con>
- Carr, M. (2013). The water relations and irrigation requirements of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 49 (1), 91–113. <https://doi.org/10.1017/S0014479712000993>
- Chao, C. T., & Krueger, R. R. (2007). The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): Overview of biology, uses, and cultivation. *HortScience*, 42 (5), 1077–1082. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1077>
- Cibrián, T. D. (2013). *Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales*. México: Universidad Autónoma Chapingo-CONAFOR-CONACYT.
- Cohen, Y., Freeman, S., Zveibil, A., Ben Zvi, R., Nakache, Y., Biton, S., & Soroker, V. (2010). Reevaluation of factors affecting bunch drop in date palm. *American Society for Horticultural Science*. Alexandria, VA, Estados Unidos.
- Cohen, Y., Shulhani, R., Rot, Y., Zemach, H., Belausov, E., Grinberg-Baran, M., Borenstein, M., Pivonia, S., Ezra, D., & Shtienberg, D. (2021). *Aspergillus niger*, the causal agent of black mould disease in date fruits, infects and colonizes flowers and young fruitlets. *Plant Pathology*, 70 (5). <https://doi.org/10.1111/ppa.13358>.
- Dhouibi, M.H., Hermi, H., Soudani, D., Thlibi, H., 2016. Biocontrol of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in pomegranate and citrus orchards in Tunisia. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 4(5) 849-856.
- Dialami, H., & Mohebi, A. (2010). Increasing yield and fruit quality of ‘Sayer’ date palm with application of optimum levels of nitrogen, phosphorus and potassium. En *Proceedings of the IV International Date Palm Conference* (pp. 353–360). Abu Dhabi, UAE.

- Doumandji-Mitiche, B. (1983). *Contribution to the bioecological study of the predatory parasites of the carob moth Ectomyelois ceratoniae in Algeria, with a view to possible biological control against this pest* [Tesis doctoral]. University of Pierre et Marie Curie, París, Francia.
- Elbar, S., Maytal, Y., David, I., Carmeli-Weissberg, M., Shaya, F., Barnea-Danino, Y., Bustan, A., & Harpaz-Saad, S. (2023). Absciscic acid plays a key role in the regulation of date palm fruit ripening. *Frontiers in Plant Science*, 13 . <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1066142>
- El-Sharabasy, S. F., Rizk, R., & El-Shirbeny, M. (2022). *Egypt's climatic of the most important date palm cultivar*. Agricultural Export Council in The Arab Republic of Egypt and The Khalifa International Awards for Date Palm and Agricultural Innovation. 325 p.
- Ezz, T., Kassem, H., & Marzouk, H. (2010). Response of date palm trees to different nitrogen and potassium application rates. En *Proceedings of the IV International Date Palm Conference* (pp. 761–768). Abu Dhabi, UAE.
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88 , 97–185. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(05\)88003-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)88003-9)
- Furr, J. R., & Armstrong, W. W. (1956). The seasonal use of water by Khadrawy date palms. *Date Growers Institute Report*, 33 , 5–7.
- Kassem, H. A. (2012). *The response of date palm to calcareous soil fertilisation*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (1), 45–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162012005000005>
- Hamadttu, A. F., & El-Shafie. (2022). The Old World date palm mite *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor 1939) (Acari: Tetranychidae), a major fruit pest: Biology, ecology, and management. *CABI Reviews*, 17 (020), 1–15. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR202217020>
- Harhash, M., Mourad, A. K., & Hammad, S. M. (2003). Integrated crop management of the lesser date moth *Batrachedra amydraula* Meyr. (Lepidoptera: Cosmopterigidae) infesting some date-palm varieties in Egypt. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 68 , 209–212.
- Hazbavi, I., Khoshtaghaza, M. H., Mostaan, A., & Banakar, A. (2015). Effect of postharvest hot-water and heat treatment on quality of date

- palm (cv. Stamaran). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15 , 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2013.10.003>
- Jaradat, A. A., & Zaid, A. (2004). Quality traits of date palm fruits in a center of origin and center of diversity. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2 (1), 208–217.
- Johnson, D. V., & Hodel, D. R. (2007). Past and present date varieties in the United States. En A. Zaid et al. (Eds.), *Proceedings of the IIIrd International Conference on Date Palm* (pp. 39–45). ISHS.
- Kader, A. A., & Hussein, A. M. (2009). *Project on the development of sustainable date palm production systems in the GCC countries of the Arabian Peninsula*. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Siria. 18 p.
- Kader, A. A., & Hussein, A. M. (2009). Harvesting and postharvest handling of dates. *Project on the development of sustainable date palm production systems in the GCC countries of the Arabian Peninsula*. ICARDA, Aleppo, Siria. iv + 15 p.
- Latifian, M. (2012). The effects of cultural management on the lesser date moth (*Batrachedra amydraula* Myer) infestation. *Emirates Journal of Food & Agriculture*, 24 , 224–228.
- Lobo, M. G., Yahia, E. M., & Kader, A. A. (2014). Biology and postharvest physiology of date fruit. En *Dates: Postharvest science, processing technology and health benefits* (pp. 57–80). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118292419.ch>
- Mostafa, R. A. A., El-Salhy, A. M., El-Banna, A. A., & Diab, Y. M. (2014). Effect of bunch bagging on yield and fruit quality of Seewy date palm under New Valley conditions (Egypt). *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3 (3), 517–521. ISSN 2077-4605.
- Nixon, R. W. (1934). Metaxenia in dates. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 32 , 221–226.
- Nixon, R. W., & Carpenter, J. B. (1978). *Growing dates in the United States*. United States Department of Agriculture Bulletin No. 207. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Popenoe, O. (1973). *The date palm*. Field Research Projects. Miami, FL.
- Reuther, W., & Crawford, C. L. (1945). Irrigation experiments with dates. *Date Growers Institute Report*, 22 , 11–14.

- Reuveni, O. (1986). Date. En S. P. Monselise (Ed.), *CRC handbook of fruit set and development* (pp. 119–144). CRC Press.
- Rosales, R. E. (2004). *Manejo integrado de maleza en sorgo en el noreste de México*. Folleto Técnico No. 28. Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP-SAGARPA.
- Salomón-Torres, R., Krueger, R., García-Velázquez, J. P., Villa-Arellano, R., Villa-Arellano, C., Ortiz-Urbina, N., Solís-Urbina, J. A., & Samaniego-Sánchez, L. (2021). Date palm pollen: Features, production, extraction and pollination methods. *Agronomy*, 11 (3), 504. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030504>
- Sarraf, A. M., Jemni, B., Kahramanoğlu, C., Artés, D. E., Shahkoomahally, F., Namsi, B., Ihtisham, G., Brestic, H., Mohammadi, I., & Rastogi, A. (2021). Commercial techniques for preserving date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit quality and safety: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (8), 4408–4420. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.05.021>
- Sedra, M. H. (2018). Management of diseases of date palm. En M. El Bouhssini & J. R. Faleiro (Eds.), *Date palm pests and diseases integrated management guide*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Shaheen, M. A. (1986). Pistil receptivity in three cultivars of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Proceedings of the 1st Horticultural Science Conference, Tanta University, Egypt*, 11 , 489–499.
- Sidhu, J. S. (2006). Date fruit production and processing. En N. K. Sinha, J. S. Sidhu, J. Barta, et al. (Eds.), *Handbook of fruits and fruit processing* (2nd ed., pp. 391–419). Wiley-Blackwell.
- Sudhersan, C., & Abo El-Nil, M. (1999). Occurrence of hermaphroditism in the male date palm. *Palms*, 43 , 18–19, 48–50.
- Suresh, S. S. (2008). Orthopaedic manifestations of date thorn injury. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 8 (3), 347–352.
- Tariq, B. E. D., Ben-Ali, H., Meziani, R., & Essarioui, A. (2021). Development of a fungicide-based management strategy of inflorescence rot disease caused by *Mauginiella scaettae* Cavar on date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20 (3), 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.09.005>

- Velázquez-del Valle, M. G., Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A. N., Guerra-Sánchez, M. G., & Amora-Lazcano, E. (2008). Estrategias de control de *Rhizopus stolonifer* Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, agente causal de pudriciones postcosecha en productos agrícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 26 , 49–55.
- Wrigley, G. (1995). Date palm. En J. Smartt & N. W. Simmonds (Eds.), *Evolution of crop plants* (pp. 399–403). Longman Group.
- Zaid, A., & De Wet, P. F. (1999). Chapter II: Origin, geographical distribution and nutritional values of date palm. *FAO Plant Production and Protection Papers*, 29–44.
- Zaid, A., & Oihabi, A. (2022). Mejhoul variety: *The jewel of dates. Origin, distribution and international markets*. 276 p. https://www.eidpl.com/assets/img/slaksh7@gmail.com_6/books/2cf7fa6f0fcd5a49370ccc-3027fb0bf3.pdf
- Zaid, A., & De Wet, P. F. (2002a). Climatic requirements of date palm. En A. Zaid (Ed.), *Date palm cultivation* (pp. 57–72). Food and Agriculture Organization Plant Production and Protection Paper No. 156. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Zaid, A., & De Wet, P. F. (2002c). Pollination and bunch management. En A. Zaid (Ed.), *Date palm cultivation* (pp. 145–175). Food and Agriculture Organization Plant Production and Protection Paper No. 156. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Zohary, D., & Hopf, M. (2000). *Domestication of plants in the old world: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley*. Oxford University Press

Sobre los autores

Dr. Antonio Morales Maza



El Dr. Antonio Morales Maza es Investigador en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en el Campo Experimental del Valle de Mexicali (CEMEXI-INIFAP). Es Ingeniero Agrónomo Fitotecnista con Maestría y Doctorado en Ciencias en Horticultura por la Universidad Autónoma Chapingo. Desde el año 2008 ha desempeñado trabajos de investigación y vinculación con el sector productivo y con los sectores vulnerables Baja California, ha trabajado en diferentes investigaciones en el área agrícola (Riegos, Frutales, Hortalizas y Berries), en los últimos años se ha enfocado en la investigación sobre Palma Datilera en Baja California y Sonora, cultivo de chile habanero en casa

sombra en Valle de Mexicali, Producción de higo, entre otros cultivos de interés regional, lo cual le ha dado excelentes resultados y mediante estas investigaciones ha desarrollado el paquetes tecnológicos y fichas técnicas de estos cultivos, ha capacitado a diferentes productores en Baja California, así como también a estudiantes del nivel medio superior y superior. El Dr. Morales ha participado en conferencias nacionales e Internacionales, ha coordinado diferentes simposios nacionales e internacionales y participado como ponente en diferentes congresos nacionales e Internacionales en el área de ciencias agropecuarias. Del 2014-2025 coordina el Proyecto binacional México-Cuba financiado por la Agencia Mexicana de Cooperación para el Desarrollo (AMEXCID) dependiente del gobierno federal. Durante su desempeño como profesionista e investigador, ha contribuido en la formación profesional de estudiantes de nivel licenciatura y maestría, así como en la capacitación de técnicos y productores de Baja California y del País. Así mismo, ha publicado artículos y capítulos de libro en el área de Ciencias Agropecuarias.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0340-912X>

Dra. Aurelia Mendoza Gómez



Profesora e Investigadora en la Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Ciencias Agrícolas.

Es Ingeniera Agrónoma con especialidad en Producción Agrícola, Maestría en Ciencias en Mejoramiento Genético de Plantas, ambas por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuenta con doctorado en Ciencias Agropecuarias por parte de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía sede, Culiacán, Sinaloa. Desde el 2011 a la fecha es Profesora e Investigadora en la Universidad Autónoma de Baja California, cuenta con reconocimiento de perfil PRODEP desde el 2012 a la fecha. Es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel: Candidata., sus línea de investigación están relacionados al Mejoramiento Genético de Plantas y Producción de Cultivos, así como en frutales, ha dirigido diversas tesis de maestría y Licenciatura, publicado diferentes artículos en revistas nacionales e internacionales, así como libros y capítulos de libro, cuenta con diferentes participaciones como conferencista en eventos nacionales e internacionales, ha coordinado diversos eventos científicos y de divulgación nacionales e internacionales. Desde el año 2011 ha realizado trabajos de docencia, investigación, desarrollo y vinculación con los sectores público y privado, así como con

los sectores vulnerables en Baja California, ha trabajado en diferentes investigaciones en el área agrícola (Hortalizas, Berries y Frutales) Es Miembro del área de Recursos fitogenéticos, actualmente se encuentra dentro del Grupo de Expertos de Apoyo Técnico para la Caracterización de la Palma Datilera en México y en la elaboración de la regla para la certificación de semillas de palma datilera, y desde el 2017 ha estado realizando diferentes trabajos de investigación en la Palma Datilera, actualmente se encuentra liderando un proyecto sobre la evaluación de la efectividad de diferentes concentraciones de polen para el amarre de frutos en Palma Datilera en el noroeste de México. Participó en la elaboración del Paquete Tecnológico para la Producción de la Palma Datilera en México y ha coordinado diferentes eventos relacionados con la Palma Datilera en México. Durante su desempeño como profesionista, ha contribuido en la formación profesional de un gran número de estudiantes, así como en la capacitación de técnicos y productores de Baja California y del País.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1625-2128>

*Producción de palma datilera (Phoenix dactylifera L.) variedad mejhoul
en el noroeste de México*

Se terminó de editar en abril de 2025

en los talleres de Astra Ediciones

Av. Acueducto No. 829

Colonia Santa Margarita, C. P. 45140

Zapopan, Jalisco, México.

33 38 34 82 36

E-mail: edicion@astraeditorial.com.mx

www.astraeditorialshop.com

La palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) está distribuida en el hemisferio norte y sur entre los 10°N y 39°N, se caracteriza como una planta de todas las regiones áridas, semiáridas y algunas tropicales del mundo, es uno de los frutales más antiguos y se considera originaria de las regiones como la Península de Arabia, Norte de África y Oriente Medio. Sin embargo, en los últimos tres siglos, las palmas datileras también fueron introducidas en otras áreas cercanas para la producción como Australia, India, Pakistán y en otros continentes como Suráfrica o América del Sur, Estados Unidos y México.

Por medio del libro *Producción de palma datilera (Phoenix dactylifera L.) en el noroeste de México* se pretende ayudar a definir y estandarizar las mejores prácticas agronómicas que deben realizar los productores de reciente ingreso al cultivo y productores con reconocida trayectoria en la producción de dátil en la zona.

ISBN: 979-13-87631-92-5



Consulta y descarga

