

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA
UNIDAD ACADEMICA SAN LUIS RIO COLORADO
MAESTRIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION BIOSUSTENTABLES



**Caracterización de la viabilidad del polen de palma
datilera (*Phoenix dactylifera* L.) almacenado en
diversos periodos de conservación**

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION BIOSUSTENTABLES

PRESENTA:

ING. CARLOS ZAMBRANO REYES

DIRECTOR:

DR. RICARDO SALOMON TORRES

SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA.

JUNIO 2019

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA
FORMATO F5

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS
PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAESTRO,
OPCIÓN TESIS

Los miembros del Comité de Tesis del alumno **Zambrano Reyes Carlos** recomendamos que el documento titulado: **Caracterización de la viabilidad del polen de palma datilera (Phoenix dactylifera L.)** almacenando en diversos periodos de conservación.

sea aceptado como Requisito Parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN SISTEMAS DE PRODUCCION BIOSUSTENTABLES**

COMITÉ DE TESIS


Ricardo Salomón Torres 
Noé Salvador Ruiz O.

Nombre y firma
Director

Nombre y firma
Co-Director


Jesus Arturo Sol Uribe

Nombre y firma
Sinodal

Dedicatoria

“Nunca abandones lo que realmente quieres hacer. La persona con grandes sueños es más poderosa que una con todos los hechos”

A. Einstein

A Daniela Madrid Machado mi esposa, que en todo momento ha estado a mi lado en las buenas y en las malas.

A mi amado hijo Carlos Alejandro que su corta edad siempre apoyo el desarrollo de este reto.

A mi Familia que siempre ha estado en pie de lucha apoyando los retos en el día a día.

Agradecimientos

A mi Familia que siempre me ha apoyado en todo lo que he emprendido.

A mis Maestros Dr. Ricardo Salomón Torres, Noé Salvador Ruiz Ortiz, Noé Ortiz Uribe, Jesús Arturo Sol Uribe, Cristina Ruiz Alvarado, Maximiliano Cervantes Ramírez, Maximiliano Cervantes Meza.

A mis Compañeros de Trabajo y Amigos pero en especial Ing. Hilario Pérez Vega, Héctor Manuel Santana García, Grey Mauricio Machain Servín, María Guadalupe Naranjo García, Milton Castellanos García, Pedro Barbosa Ramírez, Elizabeth Gómez Pacheco, LAP José de Jesús Ramos Lugo, C.P. Juan Huerta Solís, Geog. Raúl Belmont López.

A Sistema Producto Dátil y Productores de Dátil del Valle de Mexicali en especial Carlos Rodríguez, Juanita Martínez Vieyra, Ramiro Quiroz González, Gabriel Gutiérrez Terrazas.

Un especial agradecimiento a los que hicieron posible el desarrollo del Experimento: Grupo Ruva, Ing. Rafael Quirarte Gutiérrez, Ing. Roberto Torres Yescas.

Lista de Tablas

<i>Tabla</i>	<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
Tabla No. 1	Características físicas del fruto y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México.	13
Tabla No. 2	Composición proximal de la pulpa y semilla del dátil cultivar 'Medjool' cultivado en México (%).	14
Tabla No. 3	Contenido de azúcares en la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México (% peso seco).	15
Tabla No. 4	Contenido de minerales para la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México (mg/100 g, peso seco).	15
Tabla No. 5	Producción mundial datilera para el año 2017.	18
Tabla No. 6	Resumen estadístico y económico de la producción datilera en plantaciones comerciales de México en el periodo de 2014 a 2017.	21
Tabla No. 7	Descripción de cada tratamiento para cada palma.	28
Tabla No. 8	Porcentajes de amarre en forma de promedio de 10 lecturas por racimo, con su desviación estándar, para la temporada 2018.	34
Tabla No. 9	Porcentajes de amarre en forma de promedio de 10 lecturas por racimo, con su desviación estándar, para la temporada 2019.	38
Tabla No. 10	Contenido de minerales (mg/100 g), para cada uno de los cultivares de polen fresco para el ciclo de cultivo 2019.	44
Tabla No. 11	Contenido de minerales (mg/100 g), para cada uno de los cultivares de polen almacenado en diversos periodos de conservación, utilizados en la temporada de cultivo 2019.	45
Tabla No. 12	Propiedades físicas del fruto cultivado en la temporada 2018, producto de la influencia de las diversas fuentes de polen.	46
Tabla No. 13	Propiedades físicas del fruto cultivado en la temporada 2018, producto de la influencia de las diversas fuentes de polen.	47

Lista de Figuras

<i>Figura</i>	<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
Figura No. 1	Diagrama esquemático de la palma datilera.	12
Figura No. 2	Palma sagrada de dátiles en la época Sumeria y Babilónica. . .	16
Figura No. 3	El cinturón geográfico de las mayores zonas productores de dátil en el mundo.	17
Figura No. 4	Producción datilera mundial desde 1961.	19
Figura No. 5	Representación de la producción datilera en México de 1980 a 2017.	20
Figura No. 6	Áreas de producción comerciales y criollos del dátil en México.	22
Figura No. 7	Vista panorámica de la plantación con palmas de 17 años de edad.	24
Figura No. 8	Polen almacenado de uno y dos años.	25
Figura No. 9	Proceso manual de polinización.	26
Figura No. 10	Vista del fruto que quedo adherido en el hilo de un racimo. . .	27
Figura No. 11	Vista de un hilo con fruto de dátil.	28
Figura No. 12	Cuantificación de las características físicas de cada tratamiento en el fruto del dátil.	31

Índice

Contenido

Dedicatoria.....	<i>i</i>
Agradecimientos.....	<i>ii</i>
Lista de Tablas.....	<i>iii</i>
Lista de Figuras.....	<i>iv</i>
Resumen.....	<i>vii</i>
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Panorama nacional de la producción datilera.....	1
1.2. Importancia del polen.....	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
III. JUSTIFICACION.....	7
IV. OBJETIVOS.....	9
4.1. Objetivo general.....	9
4.2. Objetivos específicos.....	9
V. HIPOTESIS.....	10
VI. MARCO TEORICO.....	11
6.1. Biología de la palma datilera.....	11
6.2. Características nutricionales del fruto del dátil.....	13
6.3. Producción mundial.....	16
6.4. Producción datilera en México.....	19
6.5. El polen de la palma datilera.....	22

VII. METODOLOGIA	24
7.1. Descripción del campo experimental.	24
7.2. Selección de palmas y polinización.	25
7.3. Tratamientos y diseño experimental.	26
7.4. Medición de propiedades físicas.	31
7.5. Análisis estadístico.	32
VIII. RESULTADOS Y DISCUSION	33
8.1. Cuantificación de los porcentajes de amarre 2018.	33
8.2. Cuantificación de los porcentajes de amarre 2019.	37
8.3. Análisis de contenido de minerales.	43
8.4. Análisis de las propiedades físicas del fruto.	46
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
9.1. Conclusiones.	49
9.2. Recomendaciones.	51
 Referencias bibliográficas	 53

Resumen

La maduración asíncrona de las inflorescencias masculinas y femeninas, es un fenómeno común en las palmas datileras, siendo las masculinas las que primero maduran para dar paso a la extracción del polen e inmediatamente después, maduran las femeninas para iniciar con el proceso de la polinización. En ciertas ocasiones se han presentado situaciones en donde las inflorescencias femeninas maduran primero que las masculinas, acción que en ocasiones toma desprevenido al agricultor, provocando que el periodo ideal de la polinización pase, debido a la falta de polen. Dada esta situación, es necesario prevenirse una temporada antes y almacenar el polen necesario para garantizar la polinización en tiempo y forma. El principal objetivo de este estudio fue investigar la viabilidad de uso de polen almacenado de dos años y un año, para compararlo contra el polen fresco. La principal forma de evaluar esta viabilidad, fue la cuantificación de los porcentajes de amarre de cuatro fuentes distintas de polen (Medjool, Khadrawy, Deglet Noor y Zahidi) y un tratamiento control, consistente en la mezcla de distintas fuentes de polen, como el tratamiento utilizado por el agricultor. Otro de los objetivos, fue analizar la viabilidad del uso de un refrigerador común, que conservara al polen en una temperatura constante de 4 °C, por hasta dos años.

El experimento fue ejecutado en las temporadas de cultivo 2018 y 2019, en la plantación datilera del Racho la Vaca en el Valle de San Rio Colorado, Sonora. Los tratamientos del adelgazamiento del racimo fueron los métodos tradicionales del agricultor. Asimismo, se evaluó el contenido de minerales en el polen, para verificar su influencia en las propiedades químicas del fruto. También se cuantificaron las propiedades físicas y químicas del fruto, para la temporada de cosecha 2018.

Los resultados de este experimento, confirman que el polen almacenado en un periodo de dos años y un año, conservado en un refrigerar común a 4 °C, es viable para su uso en los procesos de polinización, ya que en todos los tratamientos de las diversas temporadas, se obtuvieron porcentajes de amarre mínimos que fueron superiores al 40%, llegando en algunos casos casi al 70%.

Capítulo I

Introducción

1.1. Panorama Nacional.

El origen exacto de la palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.) se desconoce, pero se cree que esta planta podría haberse domesticado en la región sur del actual Irak hace al menos 6000 años, según las pruebas arqueológicas de la antigua Mesopotamia (Abdelouauhab & Arias-Jimenez, 1999; Al-Yahyai & Manickavasagan, 2012; Chao & Krueger, 2007). Esta planta ha sido cultivada por muchas culturas, como los sumerios, asirios, babilonios y culturas posteriores en Asia occidental. Más tarde, su cultivo se extendió a todo el norte de África, el sur de Asia Central y el sur de Europa, hasta llegar a América a través de la conquista española (Al-Yahyai & Manickavasagan, 2012; Chao & Krueger, 2007; Nixon, 1951).

La palmera datilera en México tiene dos rutas históricas diferentes, la primera es la introducción de la palma a México por los españoles durante el proceso de colonización después de la conquista (Rivera et al., 2013). Los oasis nativos de palma en Baja California fueron los sitios donde las palmas datileras crecieron mejor, pero los rendimientos y la calidad de la fruta fueron deficientes, y el desarrollo de cultivos en estas áreas se está desvaneciendo. La otra ruta se produjo en el siglo XX, cuando se introdujeron cultivares de alta calidad en los valles de San Luis Río Colorado, Sonora y Mexicali, Baja California, donde el clima apropiado, los suelos ricos y las prácticas agrícolas modernas permiten fruta de alta calidad con buenos rendimientos, principalmente en la variedad "Medjool" (Salomon-Torres et al., 2017; Salomón-Torres et al., 2018).

La industria de dátiles en México es muy pequeña en comparación con los principales países productores de dátiles, como Egipto, Irán y Argelia (FAO, 2019). Sin embargo, su producción ha aumentado un 600% en los últimos 35 años. Según datos de la FAO, México produjo 8,215 toneladas en 2017, lo que lo ubica como el vigésimo séptimo productor mundial de dátiles (FAO, 2019). Asimismo, las empresas mexicanas productoras de dátil, están bien organizadas, mejorando cada año sus técnicas de producción, obtienen más experiencia para obtener mayores rendimientos y continúan la expansión de las áreas plantadas (Salomón-Torres, Ortiz-Uribe, & Villa-angulo, 2017). Los grandes y pequeños productores de dátiles en México están organizados en asociaciones civiles integradas por toda la cadena productiva llamadas: "Sistema Producto Dátil", para mejorar la competitividad del cultivo con mejores prácticas culturales y comerciales, así como para acceder a los programas gubernamentales dirigidos a incentivar la producción.

Dentro del apoyo otorgado por la FAO para el desarrollo del cultivo de dátiles en todo el mundo, su equipo de consultores realizó una visita de apoyo técnico al proyecto TCP / MEX / 3102 "Promoción de la producción y mejora de fechas", que se inició para México en 2008 (Arias, Hodder, & Oihabi, 2016). Sus oficiales visitaron las plantaciones de dátiles en los estados de Sonora, Baja California y Baja California Sur. También evaluaron posibles sitios de cultivo en los estados de San Luis Potosí y Sinaloa, pero se determinó que no existían condiciones agroclimáticas adecuadas para el cultivo de la fecha, ni la experiencia local, ni la vocación productiva con el cultivo en estos Estados. Por lo tanto, se decidió apoyar las plantaciones ya establecidas en Sonora y Baja California. Las plántulas propagadas in vitro se llevaron al valle de Santo Domingo en Baja California Sur y se trasplantaron, y los productores de Baja California recibieron apoyo en proyectos de postcosecha y procesamiento (Arias et al., 2016).

En México, la mayor producción de este fruto se encuentra en los Municipios de San Luis Río Colorado, Altar y Caborca, en Sonora; Mexicali, en Baja California; Comundú, Mulegé y La Paz, en Baja California Sur y Viesca en el Estado de Coahuila (Salomón-Torres, Ortiz-Uribe, & Villa-Angulo, 2017). Aunque México se considera

como el tercer mayor exportador de dátil variedad Medjool en el mundo, no existe una cultura en su consumo, y se desconocen muchas de las propiedades nutricionales de este fruto.

Actualmente, las regiones donde se produce el dátil comercialmente continúan expandiéndose, con 924 hectáreas plantadas que entraron en producción en 2017 (SIAP, 2019), y se están analizando otros posibles sitios donde el cultivo podría potencialmente cultivarse, como en Ciudad Delicias en el Estado de Chihuahua y el Valle del Yaqui en el estado de Sonora.

En México no existe una cultura de consumo de dátil, pero el mercado interno está creciendo debido a sus grandes beneficios para la salud, su valor nutricional y la diversificación de las presentaciones que están disponibles para el consumidor. Los dátiles se transforman en subproductos y se ofrecen en diversas maneras, como cubiertos con chocolate, crema de cacahuete, nueces ó chile. Además, se transforma en vino, cerveza, aderezos, jugo, pan y pastel, y es un ingrediente para los platillos gourmet en la alta cocina.

1.2. La importancia del polen.

El polen juega un papel crucial en la expresión de ciertas características de la fruta. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo estudios con marcadores morfológicos y fisiológicos para detectar las diferencias que pueden existir entre los diferentes tipos de polen provenientes de diversos cultivares, a fin de identificar las mejores fuentes de polen para los agricultores. La producción datilera en cantidad y calidad está íntimamente relacionada con los polinizadores, debido a que la calidad del grano de polen es un factor determinante del rendimiento (Salomon-Torres et al., 2017; Salomón-Torres et al., 2018). Nixon, (1956) menciona que el polen influye no solo en el tamaño y la forma

de las semillas (xenia), sino también en el tamaño, la forma, el peso y la tasa de maduración de la fruta (metaxenia).

Debido a que los estudios más recientes sobre dátil en México, se han orientado hacia las palmas femeninas (Salomón-Torres et al., 2018; Salomón-Torres, Ortiz-Uribe, Villa-Angulo, et al., 2017), es necesario también realizar estudios en las palmas machos para detectar las diferencias que pueden existir entre los diversos tipos de polen, a fin de definir cuáles son los polinizadores y que características fitoquímicas son las que presentan, que incidan en la mejor expresión en el fruto.

Otra necesidad imperante entre los productores de dátil en México, es conocer las características químicas del polen fresco y almacenado en periodos de uno a dos años en refrigeradores comunes a 4°C. Esto con el objeto de identificar que tanto se degradan las propiedades químicas en el polen almacenado contra el polen fresco y con ello, poder cuantificar las variables químicas asociadas a la calidad de la fruta.

El objetivo de este estudio es caracterizar la viabilidad del polen fresco de diversas variedades, contra la viabilidad del polen almacenado en periodos anteriores, bajo una temperatura de 4 °C, proporcionada por un refrigerador común. Estos resultados servirán de referencia para que la empresa Corporativo RUVA, S. de R.L. de C.V., cuente con diversas opciones de tratamiento del racimo de la palma, para su máximo aprovechamiento, proveer de información validada para que los productores datileros del Noroeste de México, adopten mejores prácticas en su proceso de polinización. Finalmente, estos resultados podrán servir de base para el desarrollo del paquete tecnológico de la SADER para el cultivo del dátil en México, el cual aún no existe.

Capítulo II

Planteamiento del Problema

II. Planteamiento del problema.

Comúnmente el proceso de polinización se realiza a finales de Febrero, todo el mes de Marzo y puede prolongarse hasta mediados de Abril, dependiendo de las condiciones climáticas. El método mayormente utilizado en la polinización, es usando una bombilla de hule y realizarlo manualmente con los trabajadores de la empresa. Para ello la palma macho debe de florecer antes que la palma hembra, a fin de tener el polen necesario para la polinización. A menudo, la aparición de inflorescencias en las palmas de las hembras antes del florecimiento de las palmas masculinas, causa escasez de polen a principios de la primavera.

Esto ha provocado en los agricultores que no cuentan con polen disponible, a recurrir a la compra de polen, el cual en ocasiones escasea dado este fenómeno. La urgencia de adquirir polen al mejor postor, es debido a que la etapa más fértil en las inflorescencias de las palmas hembras receptoras es de tres hasta siete días. Si se poliniza después de este periodo se corre el gran riesgo de que predominen muy bajos porcentajes de amarre y con ello muy baja producción. Por este motivo los agricultores compran polen de fuentes desconocidas de dudosa calidad, arriesgándose a un efecto de baja calidad en el fruto, asimismo los costos de este polen pueden variar entre los 300 y 500 USD el galón. A fin de evitar estos riesgos y costos, los agricultores deben estar preparados con polen almacenado de temporadas anteriores.

Previendo esta situación, algunos agricultores han empezado a optar por almacenar el polen sobrante de la temporada anterior, utilizando sus propios criterios para definir las condiciones de su almacenaje. Dado que el adquirir congeladores a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ u otro método de conservación representa un alto costo adicional, además de que en la mayoría de los casos no existe la infraestructura para lograrlo, ha provocado que esto sea poco viable.

Sin embargo, existe la gran necesidad de prever, conservar y garantizar la cantidad de polen necesaria para el inicio de la temporada de polinización, con la confiabilidad de que será viable su uso, respecto a que los porcentajes de amarres serán altos y que la conservación del polen entre temporadas no tendrá costos adicionales altos.

Los productores que ya han desarrollado algunas medidas para atender este problema, desconocen cuál es la viabilidad y efectos del uso de polen almacenado de una temporada anterior. Asimismo se desconoce la influencia del polen almacenado contra la del polen fresco. Por tal motivo se requiere cuantificar estos efectos y analizar su respectiva viabilidad.

Finalmente, al ser el cultivo de la palma datilera considerado como de reciente introducción, no existe un paquete tecnológico para este cultivo por parte de la SADER. Asimismo, al no existir información disponible para las condiciones agroclimáticas de esta región, existe mucho desconocimiento en el manejo de este cultivo, mismo que puede provocar grandes pérdidas en el fruto, si no se atiende correctamente la polinización en su periodo de floración.

Capítulo III

Justificación

III. Justificación.

A pesar de ser un cultivo de reciente introducción al país, México es el tercer mayor exportador de dátil en la variedad Medjool en el mundo, después de Israel y Estados Unidos (Ortiz-uribe, Salomón-Torres, & Krueguer, 2019). El cultivar Medjool es el mayormente cosechado, ya que debido a la gran demanda que tiene este fruto entre el mercado internacional, es muy redituable su producción. Su valor en el mercado se incrementa si este fruto es de mayor tamaño, peso y si su piel no presenta daños.

Actualmente SADER no cuenta con el paquete tecnológico para el cultivo de la palma datilera, esto provoca que cada productor, de acuerdo a su conocimiento empírico, desarrolle sus propias buenas prácticas que considere necesarias en sus cultivos. Asimismo, los agricultores que están adoptando este cultivo, desconocen cómo se deben seleccionar sus fuentes de polen para obtener mejores rendimientos. Aunado a esto, al no existir un documento oficial para su cultivo, las empresas que ya dominan estas prácticas, no comparten sus técnicas exitosas con el resto de los agricultores.

El almacenamiento de polen de una temporada a otra ofrece una solución práctica, siempre que se pueda mantener sin una pérdida apreciable de viabilidad y con el menor costo posible para el productor. Asimismo, el contar con información confiable sobre la caracterización de la viabilidad del polen almacenado de un año y dos años, contra el rendimiento y efectividad que proporciona el polen fresco, será de gran utilidad para que el agricultor tome sus propias decisiones respecto al polen. Otra variable asociada en este experimento, será el uso de refrigeradores caseros a 4°C para la conservación, lo cual representará un costo menor para el agricultor, al ser refrigeradores comunes.

Debido a que se ha realizado, ni documentado trabajo experimental con el almacenamiento de polen, se espera que los resultados de esta investigación, aporten a la falta de conocimiento respecto a la conservación de polen de palma datilera en México, con datos que fueron válidos mediante la aplicación del proceso del método científico. Asimismo, se desconoce cuál es el efecto que provoca su conservación, sobre las propiedades químicas, físicas y otros parámetros de calidad en el fruto.

Finalmente, se espera que esta aportación sea de gran utilidad, al ser considerada para formar parte del paquete tecnológico de SADER, el cual próximamente iniciará su proceso de elaboración.

Capítulo IV

Objetivos

4.1. Objetivo General.

Caracterizar la viabilidad del uso del polen de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.), almacenado en diversos periodos de conservación.

4.2. Objetivos específicos.

- Cuantificar el efecto sobre el porcentaje de amarre, del polen almacenado por uno y dos años, contra el polen fresco.
- Caracterizar el efecto de las diversas fuentes de polen almacenado sobre la calidad del fruto del dátil.
- Identificar la fuente de polen y su nivel de conservación, que mayor influencia sobre el fruto.
- Comprobar la viabilidad del uso de un refrigerador común a 4°C, para el almacenaje de polen.

Capítulo V

Hipótesis

5.1. Hipótesis.

- El polen de palma datilera almacenado en un periodo de un año, bajo un ambiente controlado de 4 °C, tiene similar influencia que el polen fresco sobre las características de calidad en el fruto de dátil.
- El polen de palma datilera almacenado en un periodo de dos años, bajo un ambiente controlado de 4°C, tiene menor influencia que el polen fresco sobre las características de calidad en el fruto de dátil, pero es viable su uso.
- El uso de un refrigerador común a 4°C, es viable para la conservación en periodos de uno y dos años del polen de palma datilera.

Capítulo VI

Marco de Referencia

6.1. Biología de la palma datilera.

La palma datilera es una planta perenne, diploide, monocotiledónea y dioica (Zhao, Williams, Prakash, & He, 2012). Su genoma contiene una longitud de 671 Mega bases-par (Mb), con 41,600 genes y 18 pares de cromosomas (Al-mssallem et al., 2013). Su propagación es por medio de sus vástagos y recientemente, a través de las técnicas de cultivo de tejidos, con las cuales ha sido posible una expansión masiva de variedades élite. No es común la siembra de este cultivo a partir de su semilla, debido a que representa un riesgo muy grande para el agricultor al desconocer su género. Para conocer si será una palma hembra o macho, se requiere que alcance su primera floración, la cual ocurre entre los 5 y 8 años de vida (Bekheet & Hanafy, 2011). La planta es polinizada de manera natural por el viento, pero para su producción comercial, es necesario realizar la polinización de manera artificial.

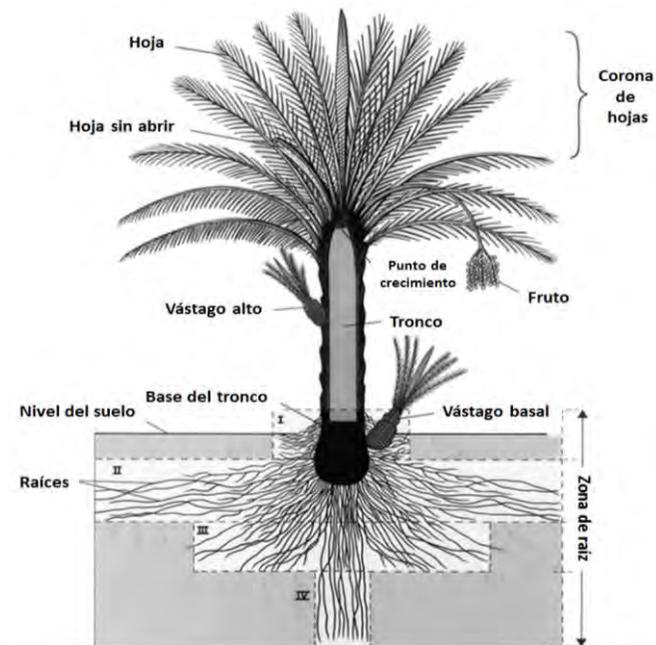


Figura No. 1. Diagrama esquemático de la palma datilera.

El tronco de la palma datilera es cilíndrico vertical, con un diámetro en promedio de un metro, pudiendo alcanzar hasta los 30 metros de altura. Su vida promedio puede ser superior a los 100 años (Abdelouauhab & Arias-Jimenez, 1999). Dependiendo de la variedad, edad y condiciones ambientales, las hojas de la palma son de tres a seis metros de longitud y tienen una vida de tres a siete años. Estas son pinnadas, localizándose de forma espiral en el tronco, siendo de 0.5 metros de ancho en la nervadura central media que se estrecha hacia ambos extremos de la hoja, con espinas en el pecíolo (Abdelouauhab & Arias-Jimenez, 1999; Uhl & Dransfield, 1987).

El mayor rendimiento en el cultivo del dátil se debe inicialmente al alto porcentaje de amarre del fruto. El éxito de este porcentaje depende de la combinación de varios factores como la fuente y calidad del polen, la eficiencia de la técnica de polinización, el periodo de polinización, la compatibilidad macho-hembra y de otros componentes importantes también, como temperatura, riego, suelo y fertilización (Iqbal, Niamatullah, & Munir, 2012).

6.2. Características nutricionales del fruto del dátil.

Los frutos de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.), contienen considerables cantidades de azúcares, minerales y vitaminas. Su composición nutricional varía de acuerdo a diversos factores como clima, suelo y cultivar analizado (Assirey, 2015). El azúcar es el elemento más abundante en la pulpa, con un contenido que puede variar entre el 70 y 80%, g/100g. Le sigue su contenido de fibra con 6.40-11.50%, g/100g, proteína con 2.30-5.60%, g/100g, grasa con 0.20-0.50%, g/100g, minerales con 0.10-916 mg/100 g, siendo el potasio el más abundante. Los dátiles son buena fuente de fenoles, carotenoides y flavonoides, contienen altos niveles de aminoácidos esenciales, cuentan con vitaminas tales como A, B1, B2, B3 y C, así como fuertes actividades antioxidantes, anticancer y antiviral (Assirey, 2015; Salomón-Torres et al., 2018).

Tabla 1. Características físicas del fruto y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México.

Componente	Fruto	Semilla
Peso (g)	22.12 ± 3.02	1.33 ± 0.08
Longitud (cm)	5.04 ± 0.20	2.59 ± 0.11
Diámetro (cm)	2.6 ± 0.13	0.88 ± 0.03
Longitud/diámetro (cm)	1.93	2.94

Los valores son medias y desviación estándar de 200 muestras expresadas en base a su peso en fresco.

Los dátiles son ricos en antioxidantes y vitaminas del grupo B, además contienen una gran cantidad de fibra dietética y son una buena fuente de minerales. Los antioxidantes juegan un papel esencial en la prevención de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, cáncer, inflamación y el continuo envejecimiento (Al-Farsi & Lee, 2008). La vitamina B6, mejora las funciones cerebrales como la memoria, aumenta la concentración y atención, estimula el aprendizaje y la capacidad intelectual. Otra de sus grandes bondades es su contenido de fibra dietética, la cual es muy importante para

la salud y limpieza del tracto digestivo, ayudando a reducir el riesgo de contraer cáncer de colon. Asimismo, contribuye notablemente al mejoramiento de padecimientos de colon irritable, estreñimiento, hemorroides y otros trastornos de naturaleza intestinal. Contienen minerales abundantes en potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro y zinc; siendo el potasio y magnesio promotores en la disminución de la presión arterial y mejoramiento de la función cardíaca (Salud eficaz, 2016).

Tabla 2. Composición proximal de la pulpa y semilla del dátil cultivar ‘Medjool’ cultivado en México (%).

Componente	Pulpa	Semilla
Humedad ¹	25.81 ± 1.43	2.06 ± 0.65
Proteína ²	3.14 ± 0.21	4.84 ± 0.42
Lípidos ²	0.75 ± 0.05	9.94 ± 0.08
Fibra ²	6.34 ± 1.47	66.79 ± 3.50
Semilla ²	2.62 ± 0.12	1.24 ± 0.04
Total de carbohidratos	67.67%	81.92%

Los valores son medias y desviación estándar de 5 muestras con 3 determinaciones independientes.

¹Expresado en base a peso fresco.

²Expresado en base a peso seco.

El dátil es una excelente fuente de energía, por sus altos contenidos de azúcares fácilmente digeribles como la glucosa y la fructuosa (Bouhlali et al., 2017) proporcionando 290 kcal/100g (Al-Farsi & Lee, 2008). Además de proporcionar energía, ayuda a combatir el estrés y estimula la pérdida de peso, ya que es un diurético natural y prolonga la sensación de saciedad. Se han desarrollado diversos estudios de determinación de propiedades químicas y nutricionales, en los cultivares más representativos de diversos países (Mohamed et al., 2014; Assirey, 2015; Vinita & Punia, 2016; Bouhlali et al., 2017), siendo sus resultados más significantes, la composición química, contenido de azúcares, minerales y actividad antioxidante.

Tabla 3. Contenido de azúcares en la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México (% peso seco).

Componente	Pulpa	Semilla
Azúcares totales	75.32 ± 2.91	5.86 ± 0.20
Azúcares reductores	70.26 ± 2.98	4.40 ± 0.05
Sacarosa	5.06 ± 0.07	1.46 ± 0.15
Glucosa	37.21 ± 1.89	-
Fructuosa	33.17 ± 1.50	-
Valor energético ¹	330.83	120.48

Los valores son medias y desviación estándar de 5 muestras con 3 determinaciones independientes.

¹Expresado en Kcal/100 g.

Los ácidos grasos están presentes en la pulpa y semilla del dátil. Un estudio encontró que el perfil de ácidos grasos está compuesto por 67% y 32%, y 59% y 40% de ácidos grasos insaturados y saturados en la pulpa y en la semilla respectivamente (Saafi, Trigui, Thabet, Hammami, & Achour, 2008).

Tabla 4. Contenido de minerales para la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México (mg/100 g, peso seco).

Componente	Pulpa	Semilla
Potasio	851.98 ± 21.29	413.36 ± 13.3
Magnesio	142.97 ± 6.09	35.95 ± 3.2
Calcio	129.14 ± 4.20	54.22 ± 4.5
Fosforo	139.40 ± 3.98	92.42 ± 5.7
Azufre	109.89 ± 1.39	151.36 ± 12.5
Sodio	27.78 ± 0.26	34.07 ± 3.9
Silicio	11.21 ± 3.43	0.79 ± 0.1
Selenio	5.39 ± 0.41	4.06 ± 0.2
Cobre	1.03 ± 0.13	0.83 ± 0.1
Hierro	0.31 ± 0.02	1.32 ± 0.2
Manganeso	0.44 ± 0.02	0.76 ± 0.1
Zinc	0.26 ± 0.07	1.08 ± 0.3

Los valores son medias y desviación estándar de tres determinaciones independientes.

La evidencia más antigua del consumo del fruto de la palma datilera (*Phoenix dactylifera L.*) proviene de civilizaciones tan antiguas como la Sumeria y la Mesopotámica (Abdelouauhhab & Arias-Jimenez,1999), donde esta planta formaba parte de su vida cotidiana y era considerada como sagrada.



Figura 2. Palma sagrada de dátiles en la época Sumeria y Babilónica.
Fuente: (Abdelouauhhab & Arias-Jimenez,1999).

La propagación del consumo de este fruto se diseminó gracias a la extensión del Islam por África, Asia y Europa. Posteriormente llegó a América a través de la conquista Española (Al-Yahyai & Manickavasagan, 2012; Chao & Krueger, 2007).

6.3. Producción mundial.

La palma datilera puede cultivarse en cualquier lugar, pero solo en los lugares donde no se combinen las condiciones ideales de clima, suelo y riego, la producción no alcanzará alto rendimiento, la fruta podría ser anormal o no tener buena calidad.

Actualmente, la mayor producción datilera de acuerdo a datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se da en los países que se ubican geográficamente entre las coordenadas 24°N y 34°N. (Véase figura 2).

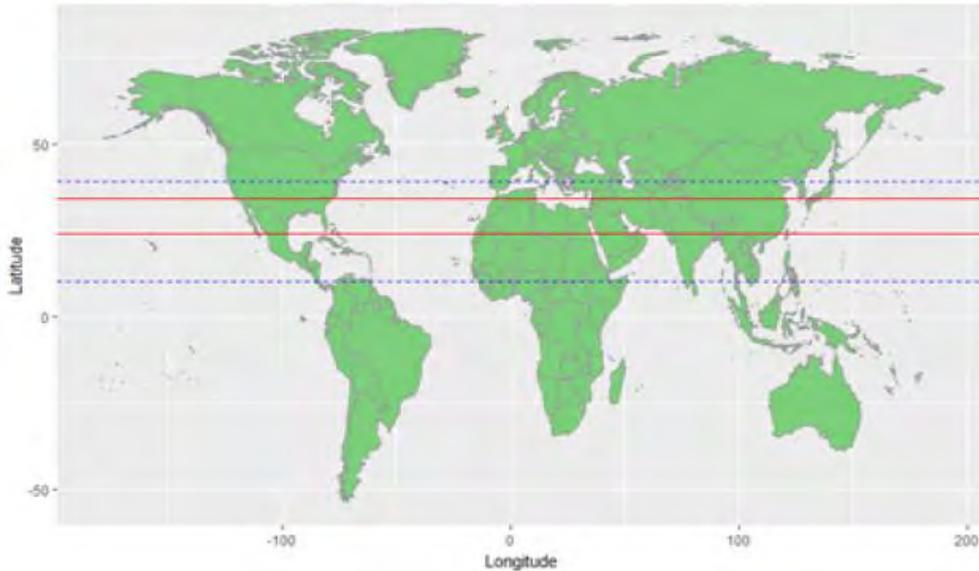


Figura 3. El cinturón geográfico de las mayores zonas productoras de dátíl en el mundo se encuentra entre los 24°N y 34°N (Línea continua en color rojo). Otras zonas productoras en menor proporción se extienden hasta los 10°N y hasta los 39°N del cinturón geográfico principal (Líneas punteadas en color azul). Adaptado de: *Food and Agriculture Organization*, 2017.

Dentro de esta ubicación geográfica, se localizan la mayoría de los primeros diez mayores países productores de dátíl en el mundo, que de acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2017 fueron: Egipto, Irán, Argelia, Arabia Saudita, Irak, Paquistán, Emiratos Árabes Unidos, Sudan, Omán y Túnez, los cuales representan una producción mundial del 88.9%. Mientras que la producción de dátíl en América y en Europa fue del 0.58% y 0.18% respectivamente, en el mismo año (FAO, 2019).

Tabla 5. Producción mundial datilera para el año 2017.

País productor	Toneladas
Egipto	1'694,813
Irán	1'065,704
Argelia	1'029,596
Arabia Saudita	964,536
Emiratos Árabes Unidos	671,891
Irak	615,211
Paquistán	494,601
Sudan	439,120
Omán	348,642
Túnez	241,000
Libia	173,546
China	159,144
Marruecos	125,329
Kuwait	98,366
Yemen	57,726
Israel	43,200
Estados Unidos de América	38,040
Turquía	34,592
Qatar	28,877
Mauritania	22,383
Chad	19,989
Nigeria	18,880
Albania	14,106
Somalia	13,448
Jordania	13,401
Bahrain	10,627
México	8,086
Siria	4,319
Palestina	3,479
España	2,996
Benin	1,388
Kenia	1,076
Mali	698
Cameron	592
Namibia	361
Eswatini	315
Perú	217
Djibouti	114
Colombia	35

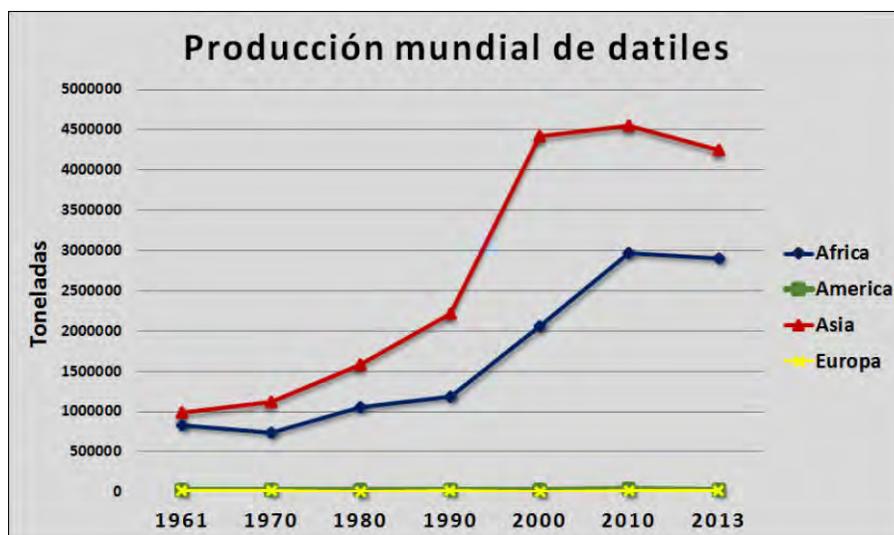


Figura 4. Producción datilera mundial desde 1961. Fuente: FAO.

El cultivo de la palma datilera fue introducido a la parte central de México a mediados del siglo XVI por los colonizadores españoles (Rivera et al., 2013). Pero ninguna parte de México en ese tiempo bajo dominio español, era adecuado para la producción de dátiles (Aschmann, 1957). A mediados del siglo XVIII con el establecimiento de las misiones, Jesuitas y Franciscanos encontraron condiciones agroclimáticas adecuadas para su cultivo a lo largo de la Península de Baja California (De Grenade, 2013).

6.4. Producción datilera en México.

Después del periodo colonial español, estas regiones tuvieron una gran herencia agrícola, donde las plantaciones datileras fueron cultivadas en los oasis (De Grenade, Nabhan, & Cariño Olvera, 2016). Asimismo, existen registros donde se detalla la producción del oasis más grande de hasta 200 toneladas en el año 1957, así como de la exportación de dátiles de esta región de México a China (De Grenade, 2013). Su producción fue perdiendo relevancia, debido a que eran dátiles considerados como criollos de baja calidad y valor, que además provenían de palmas nacidas de sus propias semillas.

La producción moderna del dátil en México, se desarrolló independientemente de la cultura tradicional de los oasis. El dátil cultivar Medjool fue introducido en el continente Americano, primeramente al Sur de California en USA a principios del siglo XX (Krueger, 2015). Décadas más tarde, fue traído al Valle de San Luis Colorado, donde después se expandió su cultivo al Noroeste del país, para convertirse en el principal cultivar cultivado en México (Salomón-Torres et al., 2017a). La producción de dátil se ha convertido en un cultivo de alta prioridad, teniendo una producción en el 2017 de 8,215 toneladas en 1,377 hectáreas, de las cuales un 90% corresponden al cultivar Medjool. El resto corresponde a otros cultivares como son Deglet Noor, Khadrawy, Zahidi, Bahree, Honey, Hallawy y dátiles criollos (SIAP, 2019).

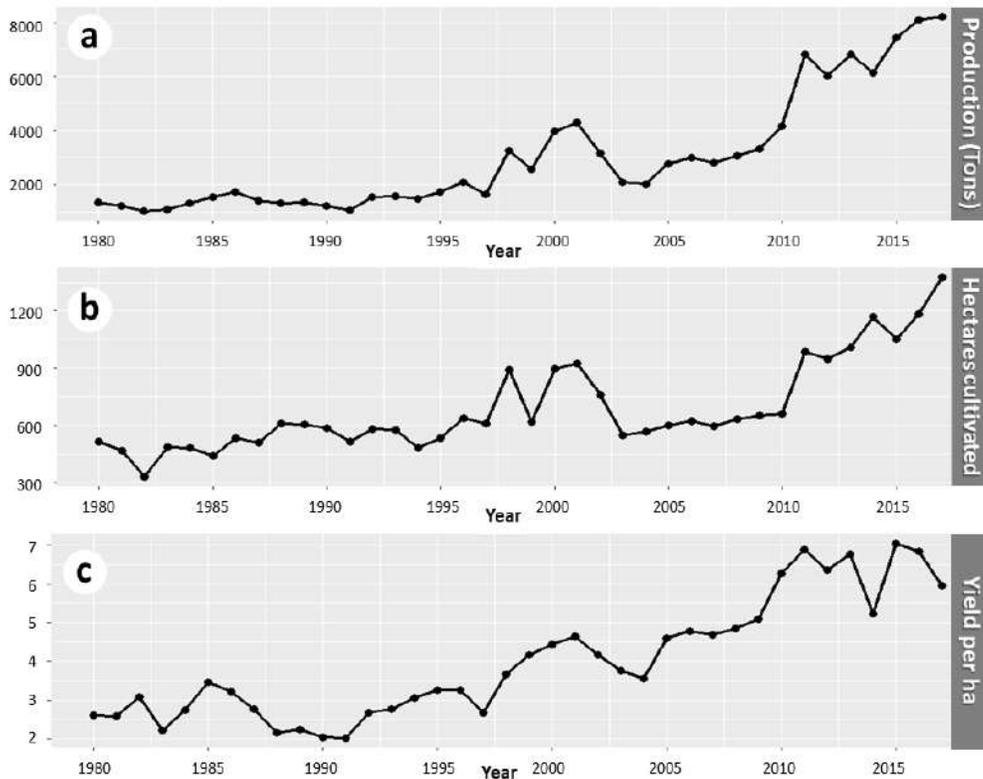


Figura 5. Representación de la producción en México de 1980 a 2017. (a) Producción en toneladas. (b) Área cultivada en hectáreas. (c) Rendimiento por hectárea.

Tabla 6. Resumen estadístico y económico de la producción datilera en plantaciones comerciales de México en el periodo de 2014 a 2017.

Estado Productor	Año	Superficie Plantada (ha)	Superficie Cultivada (ha)	Producción (tons)	Rendimiento (ton)	Valor de Producción (Millones USD)
Baja California	2014	444.50	271.50	1,822.26	6.71	3.87
	2015	668.25	303.00	2,411.84	7.96	7.33
	2016	841.22	346.00	3,394.07	9.81	10.56
	2017	805.25	346.00	3,388.92	9.79	11.12
Baja California Sur	2014	345.00	285.00	50.70	0.18	0.12
	2015	348.00	135.50	157.26	1.16	0.32
	2016	332.50	235.00	154.00	0.66	0.25
	2017	335.00	278.00	302.65	1.08	0.72
Coahuila	2014	15.00	5.00	11.50	2.30	0.02
	2015	15.00	5.00	12.60	2.52	0.03
	2016	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2017	15.00	5.00	7.75	1.55	0.02
Sonora	2014	907.00	607.00	4,240.60	6.99	6.68
	2015	909.00	609.00	4,845.40	7.96	9.47
	2016	922.00	602.00	4,537.50	7.54	10.12
	2017	1211.00	748.00	4,516.00	6.04	9.57

La Asociación Mexicana del Dátil (AMED) y el Comité Estatal Sistema Producto Dátil de Baja California, aglomeran a casi 100 empresas productoras de dátil en Mexicali, B.C., mientras que en San Luis Rio Colorado, apenas empiezan a organizar el Sistema Producto Dátil para Sonora.

El cultivo comercial del dátil en México se ha expandido en las recientes décadas, sin embargo, a mediano o largo plazo su futuro desarrollo podría probablemente verse limitada por la disponibilidad de agua en la región. A pesar de que el dátil no es un fruto nativo de México, ha logrado colocarse como uno de los mejores en el mundo en su variedad Medjool gracias a su excelente calidad, siendo muy demandado en el mercado internacional, sobre todo el Europeo y en los países Árabes del Medio Oriente. El gobierno Mexicano a través de la SAGARPA ahora SADER, ha establecido dentro de sus cultivos al dátil, como altamente prioritario, ofreciendo a los productores los recursos financieros para que continúe la expansión a manera de reconversión de cultivos tradicionales.



Figura 6. Las áreas en rojo representan plantaciones comerciales con variedades de dátil elite. Las en azul, son plantaciones con cultivos criollos de dátil.

6.5. El polen de la palma datilera.

Típicamente, hay una maduración asíncrona entre las floraciones masculinas y femeninas, pero cuando la floración femenina se adelanta y no hay disponibilidad de polen, existe un gran riesgo de pérdida de producción. Por esta razón es necesario preservar el polen de un año a otro. Un factor que propicia este fenómeno, son las heladas tardías, las cuales retrasan el suministro estacional de polen masculino (Popenoe, 1973). La escasez de polen se debe a la ausencia de un número adecuado de espigas masculinas en el momento de la floración temprana de las hembras, por lo que los agricultores tienen que usar un polen de origen desconocido, del cual tendrá un efecto en su fertilidad y la compatibilidad. Las fuentes de polen influyen en la morfología de las dátiles y los atributos bioquímicos (Salomón-Torres et al., 2018). En

consecuencia, la conservación del polen de una temporada a otra o dentro del período de polinización (2-3) meses es una necesidad imperante.

La viabilidad del polen generalmente se considera como la capacidad de los granos de polen para germinar y entregar las células de esperma al saco embrionario para lograr una fertilización compatible (Shivanna et al., 1991). El polen puede conservar su valor durante mucho tiempo si se mantiene seco. De manera similar, se ha informado que el polen es capaz de una fertilización compatible incluso después de largos períodos de almacenamiento. Asimismo se ha observado que el polen almacenado a 3.3°C y registró un mayor porcentaje de germinación en comparación con el polen almacenado a temperatura ambiente (Jafar Jaskani et al., 2015). Furr y Ream (1968) determinaron las respuestas claras de la germinación in vitro de la palma datilera en las diferentes combinaciones de temperatura y tiempo probadas. Como se observa en la literatura, existen diversos reportes de análisis de fuentes de polen utilizando diversos métodos, pero en México a pesar de ser el tercer mayor productor de dátil cultivar Medjool en el mundo, no se ha desarrollado ninguna investigación al respecto y los agricultores desconocen el potencial que se puede explotar, si el conoce el potencial de la selección de las fuentes de polen.

Capítulo VII

Metodología

7.1. Descripción del área experimental.

Este estudio se llevó a cabo en una plantación perteneciente a la Empresa Corporativo RUVA, S. de R.L. de C.V., con la cual se cuenta con un convenio de colaboración. El experimento se desarrollará en las temporadas de cultivo-cosecha 2018 y 2019, en la plantación ubicada en el Ejido Jiquilpan en el Valle de Mexicali ($32^{\circ}31'17''$ N, $115^{\circ}4'17''$ W), en donde su suelo es clasificado como aluvial y su técnica de irrigación es por inundación, siendo su campo fertilizado orgánicamente.



Figura 7. Vista panorámica de la plantación con palmas de 17 años de edad.

7.2. Selección de palmas y polinización.

Se seleccionaron aleatoriamente 12 palmas femeninas para los tratamientos y 3 palmas como control, derivadas del cultivar Medjool, para los dos años del experimento. Las palmas femeninas son palmas criollas de una edad y vigor de 17 años, plantadas en un patrón de 8×8 m entre cada palma. El polen fresco es extraído de palmas criollas masculinas de los cultivares más comunes en el área (Medjool, Deglet Noor, Khadrawy y Zahidi). Asimismo se cuenta con polen almacenado de uno y dos años, de las mismas variedades en conservación a 4°C , de los mismos cultivares. El proceso de polinización para este experimento, será sin mezclar las fuentes de polen, con una proporción de 50% de harina. El método tradicional del agricultor es utilizar el polen de todas las fuentes mezclado a una proporción de 1:1 con harina comercial de trigo, a fin de tener una máxima eficiencia en la polinización.



Figura 8. Polen almacenado de uno y dos años, con las variedades utilizadas en este experimento (izq.). Extracción de polen fresco (der.)

Este método será utilizado como el tratamiento control. El proceso de polinización se llevará a cabo manualmente para todos los tratamientos, utilizando una bombilla de látex, entre el tercer y séptimo día después haberse abierto la espata femenina receptora.



Figura 9. Proceso manual de polinización (izq.). Tratamiento de polen Medjool para la palma 6, repetición 1 (der.)

7.3. Tratamientos y diseño experimental.

El experimento utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones (tres racimos) para cada tratamiento en cada palma. Se seleccionaron cuatro grupos de tres racimos en cada palma para cada fuente de polen y un grupo adicional de tres palmas fungieron como control, con el tratamiento tradicional del agricultor.

El Porcentaje de Amarre del Fruto (PAF) con la siguiente formula:

$$PAF = \frac{\text{total de fruto amarrado}}{\text{posiciones totales de frutos}} \times 100$$

Donde el total de fruto amarrado, es el número de frutos que se permanecieron adheridos en el hilo del racimo, como se observa en la figura 7. Mientras que las posiciones totales, consiste en cuantificar el fruto que fue abortado y el fruto que se quedó adherido. Con esos números se hace la división definida en la formula definida, multiplicando finalmente por 100, para obtener el PAF.



Figura 10. Vista del fruto que quedo adherido en el hilo de un racimo.

Los tratamientos de adelgazamiento de las hebras se llevaron a cabo aproximadamente 45 días después de la polinización. Estos tratamientos fueron conforme a la técnica de cultivo tradicional, el cual consiste en dejar de 12 a 14 dátiles por hebra, en racimos de 50 a 60 hilos.



Figura 11. Vista de un hilo con fruto de dátíl sin raleo (izq.). Vista de un hilo después del proceso de raleo (der.)

Se dejarán 12 racimos por cada palma y los tratamientos para cada palma fueron como se especifica en la Tabla 1.

Tabla 7. Descripción de cada tratamiento para cada palma.

Tratamiento	No. Palma	Edad polen	Fuentes de polen	Hebras por racimo	Frutos por hebra
P1-M-1 P1-M-2 P1-M-3 P1-D-1 P1-D-2 P1-D-3 P1-K-1 P1-K-2 P1-K-3 P1-Z-1 P1-Z-2 P1-Z-3	1	1 año	Medjool, Deglet Noor, Kadrawy y Zahidi	50-60	12-14
P2-M-1 P2-M-2 P2-M-3	2		Medjool, Deglet Noor,	50-60	12-14

P2-D-1 P2-D-2 P2-D-3 P2-K-1 P2-K-2 P2-K-3 P2-Z-1 P2-Z-2 P2-Z-3		1 año	Kadrawy y Zahidi		
P3-M-1 P3-M-2 P3-M-3 P3-D-1 P3-D-2 P3-D-3 P3-K-1 P3-K-2 P3-K-3 P3-Z-1 P3-Z-2 P3-Z-3	3	1 año	Medjool, Deglet Noor, Kadrawy y Zahidi	50-60	12-14
P4-M-1 P4-M-2 P4-M-3 P4-D-1 P4-D-2 P4-D-3 P4-K-1 P4-K-2 P4-K-3 P4-Z-1 P4-Z-2 P4-Z-3	4	2 años	Medjool, Deglet Noor, Kadrawy y Zahidi	50-60	12-14
P5-M-1 P5-M-2 P5-M-3 P5-D-1 P5-D-2 P5-D-3 P5-K-1 P5-K-2 P5-K-3 P5-Z-1 P5-Z-2 P5-Z-3	5	2 años	Medjool, Deglet Noor, Kadrawy y Zahidi	50-60	12-14

P6-M-1 P6-M-2 P6-M-3 P6-D-1 P6-D-2 P6-D-3 P6-K-1 P6-K-2 P6-K-3 P6-Z-1 P6-Z-2 P6-Z-3	6	2 años	Medjool, Deglet Noor, Kadrawy y Zahidi	50-60	12-14
P7-M-1 P7-M-2 P7-M-3 P7-D-1 P7-D-2 P7-D-3 P7-K-1 P7-K-2 P7-K-3 P7-Z-1 P7-Z-2 P7-Z-3	7	Fresco	Mesclado	50-60	12-14
P8-C-1 P8-C-2 P8-C-3 P8-C-4 P8-C-5 P8-C-6 P8-C-7 P8-C-8 P8-C-9 P8-C-10 P8-C-11 P8-C-12	8	Fresco	Mesclado	50-60	12-14
P9-C-1 P9-C-2 P9-C-3 P9-C-4 P9-C-5 P9-C-6 P9-C-7 P9-C-8 P9-C-9 P9-C-10	9	Fresco	Mesclado	50-60	12-14

P9-C-11					
P9-C-12					

7.4. Medición de propiedades físicas.

La recolección de muestras de frutos completamente maduros, fue de 10 piezas por racimo en la temporada de cosecha (entre Septiembre y Octubre de 2018), siendo aleatoriamente seleccionados. Después fueron individualmente pesados, determinando su peso en gramos, utilizando una balanza analítica. La semilla fue removida y fueron pesados por separado la pulpa y semilla. El peso promedio del fruto, pulpa del fruto, semilla, porcentaje de pulpa y el radio semilla/hueso fueron calculados. Otras propiedades físicas como longitud y diámetro en el fruto y semilla, fueron calculadas en centímetros.



Figura 12. Cuantificación de las características físicas de cada tratamiento en el fruto del dátil.

7.5. Análisis estadístico.

Con los datos obtenidos de las características físicas del fruto y de los porcentajes de amarre para cada tratamiento de las dos temporadas, se desarrolló un análisis de varianzas, en un diseño balanceado utilizado la prueba ANOVA de una vía. Las medias de los cultivares fueron analizadas por una comparación múltiple de medias, con la prueba de diferencias mínimas significativas (LSD), en una significancia del 5% (Steel and Torrie, 1980). El análisis estadístico fue calculado utilizando la versión 3.5.0 del Software Estadístico R. Finalmente los resultados serán expresados como valores medios \pm su desviación estándar de tres mediciones separadas por muestra.

Capítulo VIII

Resultados y discusión

8.1 Cuantificación de los porcentajes de amarre 2018.

Los resultados de los porcentajes de amarre en el fruto para la temporada de cultivo 2018, se presentan en la tabla no. 8. Para la polinización se utilizó polen almacenado de un año y fresco como se describe en la sección de metodología. Se tomaron diez lecturas aleatorias en cada racimo de cada palma utilizada.

El porcentaje de amarre más alto para el polen fresco fue 81.71% del cultivar Deglet Noor, mientras que el más bajo fue el tratamiento Control con un 63.80%. El segundo mejor porcentaje de amarre de polen fresco fue el cultivar Khadrawy con 72.08% y finalmente, el tercer mejor polen fue el que presentó el cultivar Medjool con 68.87%

El porcentaje de amarre más alto para el polen conservado por un año a una temperatura de 4 °C fue de 68.41% para el cultivar Medjool, mientras que el más bajo fue el cultivar Khadrawy con un 62.71%. El segundo mejor porcentaje de amarre de polen de un año de edad fue para el cultivar Deglet Noor con 64.92% y finalmente, el tercer mejor polen fue el que presentó el tratamiento control con un 63.15%

Tabla 8. Porcentajes de amarre en forma de promedio de 10 lecturas por racimo, con su desviación estándar, para la temporada 2018.

Cultivar	Polen fresco	Polen almacenado un año
Medjool	68.87 ± 11.14	68.41 ± 8.26
Khadrawy	72.08 ± 16.23	62.71 ± 15.43
Deglet Noor	81.71 ± 3.72	64.92 ± 15.93
Control	63.80 ± 14.74	63.15 ± 3.59

El análisis estadístico de la varianza realizado para los cuatro tratamientos de polen fresco en el año de cultivo 2018, revelan que el polen cultivar Deglet Noor presenta significancia estadística respecto al resto de los cultivares (valor-P < 0.05). El cultivar Khadrawy fue significativo respecto al control y no fue significativo respecto al cultivar Medjool. Finalmente el cultivar Medjool no fue significativo respecto al tratamiento control (Figura 13).

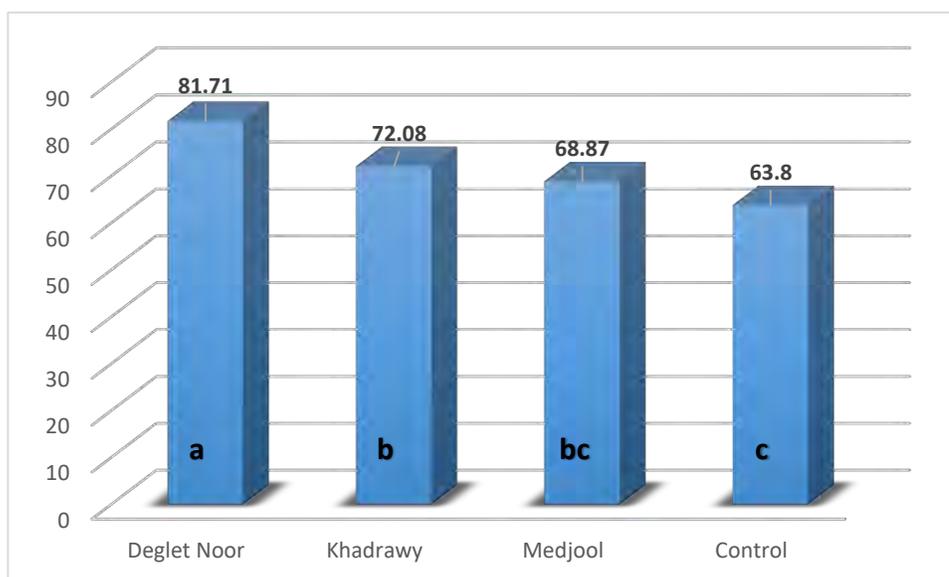


Figura 13. Prueba ANOVA aplicada al polen fresco 2018. Los tratamientos con la misma letra no son estadísticamente significantes, para un valor-P menor al 0.05.

La prueba ANOVA realizado para los cuatro tratamientos de polen almacenado por un año y aplicado en el año de cultivo 2018, revelan que el polen cultivar Medjool a pesar de tener el promedio más alto, no presenta significancia estadística respecto al cultivar Deglet Noor y al tratamiento control (valor-P < 0.05). El cultivar Khadrawy fue significativo respecto a los cultivares Medjool y Deglet Noor, pero fue quien tuvo el menor porcentaje de amarre. (Figura 14).

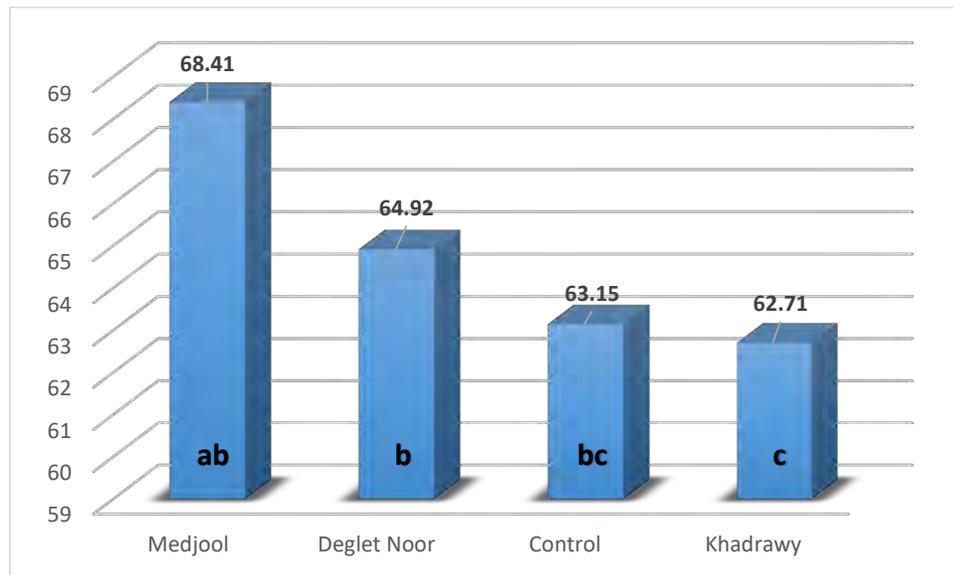


Figura 14. Prueba ANOVA aplicada al polen almacenado por un año 2018. Los tratamientos con la misma letra no son estadísticamente significantes, para un valor-P menor al 0.05.

En los datos mostrados en la tabla No. 8, se observa como el polen Medjool mantiene porcentajes de amarre muy similares en el uso de polen fresco (68.87%) contra el almacenado por un año (68.41%). Lo cual sugiere que el polen proveniente de esta fuente no pierde su viabilidad si se almacena por un año en un refrigerador común a 4 °C y que tendrá el mismo efecto en el amarre, si se usa esta fuente de polen ya sea fresco o almacenado por un año. El polen proveniente del cultivar Khadrawy, muestra una diferencia porcentual de diez puntos, entre el polen fresco (72.08%) y el almacenado por año (62.71%), teniendo una pequeña tendencia natural a la pérdida de viabilidad dado su conservación, pero teniendo un porcentaje de amarre muy aceptable para este cultivo. El polen con origen Deglet Noor, presenta la mayor diferencia porcentual entre el polen fresco (81.71%) contra el polen almacenado (64.92%), con un 16.8% menos para el polen de un año de edad, pero presenta porcentajes de amarre muy altos y muy aceptables para el manejo de este cultivo. El tratamiento control (manejo del agricultor), consistió en la mezcla de manera equitativa de las tres fuentes de polen, este presentó un porcentaje muy similar entre el polen fresco (63.80%), contra el polen almacenado por un año (63.15%).

Entre todos los tratamientos se observa como el tratamiento control tuvo el porcentaje promedio más bajo para el polen fresco, pero no fue significativo contra el tratamiento Medjool (Figura 13). Para el polen almacenado por un año, el cultivar Khadrawy, presentó el porcentaje más bajo, pero no fue significativo contra el tratamiento control (Figura 14), lo cual sugiere que no existe diferencia entre utilizar el tratamiento de polen Khadrawy y el control, para el polen almacenado por un año.

Finalmente, en el ciclo de cultivo 2018, a pesar de existir diferencia entre las fuentes de polen fresco y almacenado en dos cultivares, los porcentajes de amarre para todos los tratamientos, incluyendo el control, son muy aceptables ya que se obtuvieron porcentajes mayores al 60% y para el cultivo Medjool, es suficiente con 40% ya que el productor utilizara el adelgazamiento del hilo, para que el fruto desarrolle un menor tamaño.

8.2 Cuantificación de los porcentajes de amarre 2019.

Los resultados de los porcentajes de amarre en el fruto dátil para la temporada de cultivo 2019, se presentan en la tabla no. 9. Para la polinización se utilizó polen almacenado de dos años (2017) y un año (2018), en un refrigerador común a 4 °C y polen fresco recolectado en la temporada 2019, como se describe en la sección de metodología. Se tomaron diez lecturas aleatorias en los hilos de cada racimo de cada palma utilizada.

El porcentaje de amarre más alto para el polen fresco fue 57.99% del cultivar Zahidi, mientras que el más bajo fue el cultivar Khadrawy con un 49.22%. El segundo mejor porcentaje de amarre de polen fresco fue el tratamiento control con 54.50%, mientras que los cultivares Deglet Noor y Medjool presentaron 54.50 y 49.97%, para el tercer y cuarto mejores porcentajes de amarre respectivamente.

El porcentaje de amarre más alto para el polen conservado por un año a una temperatura de 4 °C fue de 63.15% para el tratamiento Control, mientras que el más bajo fue el cultivar Medjool con un 48.44%. El segundo mejor porcentaje de amarre de polen de un año de edad fue para el cultivar Zahidi con 52.60% y finalmente, el tercer y cuarto mejor polen fue los que presentaron los cultivares Khadrawy y Deglet Noor con 51.52 y 50.7% respectivamente.

Para la temporada 2019, se incluyó polen almacenado de dos años, siendo el porcentaje de amarre más alto para el cultivar Khadrawy con 57.73%, mientras que el más bajo fue el cultivar Medjool con un 45.20%. El segundo mejor porcentaje de amarre de polen de dos años de edad fue para el cultivar Zahidi con 54.29% y finalmente, el tercer y cuarto mejor polen fue los que presentaron el cultivar Deglet Noor y el tratamiento control 51.02 y 49.02% respectivamente.

Tabla 9. Porcentajes de amarre en forma de promedio de 10 lecturas por racimo, con su desviación estándar, para la temporada 2019.

Cultivar	Polen fresco	Polen almacenado un año	Polen almacenado dos años
Medjool	49.97 ± 5.98	48.44 ± 3.98	45.20 ± 3.69
Khadrawy	49.22 ± 3.21	51.52 ± 4.25	57.53 ± 4.89
Deglet Noor	54.50 ± 6.23	50.72 ± 4.32	51.02 ± 3.78
Zahidi	57.99 ± 5.79	52.60 ± 5.06	54.29 ± 4.59
Control	56.06 ± 6.98	63.15 ± 5.29	49.02 ± 3.54

El análisis estadístico de la varianza realizado para los cinco tratamientos de polen fresco en el año de cultivo 2019, revelan que el polen cultivar Zahidi no presenta significancia estadística respecto al resto del tratamiento control y el cultivar Deglet Noor (valor-P < 0.05), a pesar de ser el que presento el mayor porcentaje de amarre. Los cultivares Medjool y Khadrawy fueron significantes respecto al resto de los tratamientos, pero ambos fueron los porcentajes más bajos de amarre. Finalmente el cultivar Medjool no fue significativo respecto al tratamiento control (Figura 15).

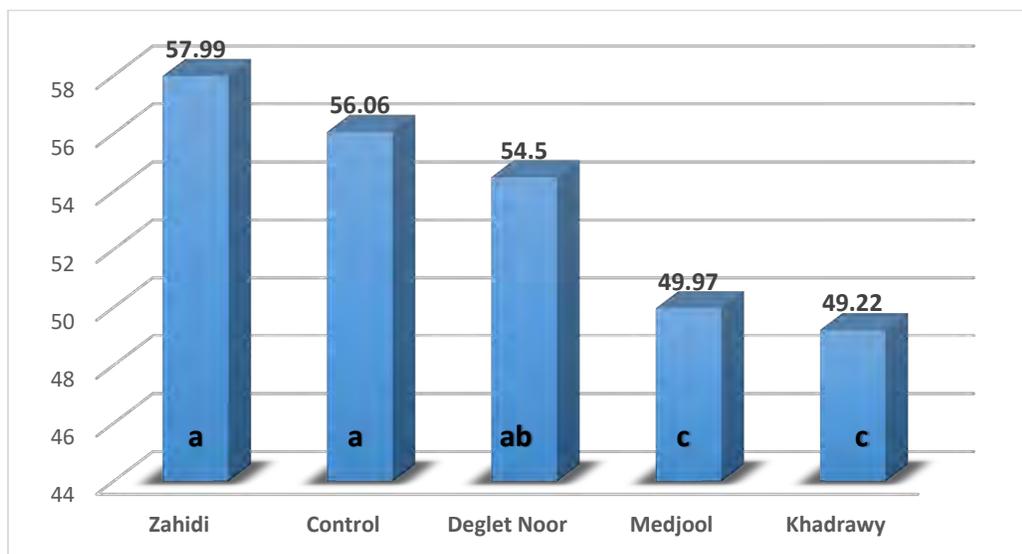


Figura 15. Prueba ANOVA aplicada al polen almacenado para polen fresco 2019. Los tratamientos con la misma letra no son estadísticamente significantes, para un valor-P menor al 0.05.

La prueba ANOVA realizado para los cinco tratamientos de polen almacenado por un año y aplicado en el año de cultivo 2019, revelan que el polen del tratamiento control resulto ser significativo respecto al resto de los tratamientos. Mientras que los cultivares no presentaron significancia estadística (valor-P < 0.05) (Figura 16).

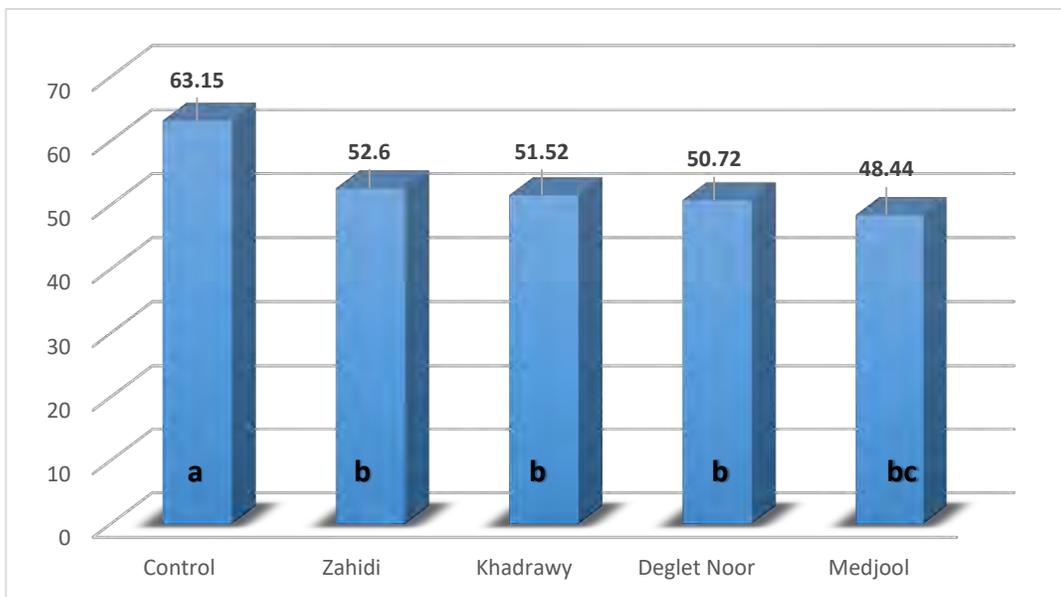


Figura 16. Prueba ANOVA aplicada al polen almacenado para polen almacenado de un año 2019. Los tratamientos con la misma letra no son estadísticamente significantes, para un valor-P menor al 0.05.

El análisis estadístico de la varianza realizado para los cinco tratamientos de polen conservado a 4 °C en un periodo de dos años para el año de cultivo 2019, revelan que el polen cultivar Khadrawy presenta significancia estadística respecto a los tratamientos Deglet Noor, Control y Medjool, sin embargo no es significativo contra el tratamiento Zahidi (valor-P < 0.05), a pesar de ser el que presentó el mayor porcentaje de amarre. Los tratamientos Zahidi, Deglet Noor y Control no fueron significantes entre ellos, pero sí significantes respecto al tratamiento Medjool (Figura 17).

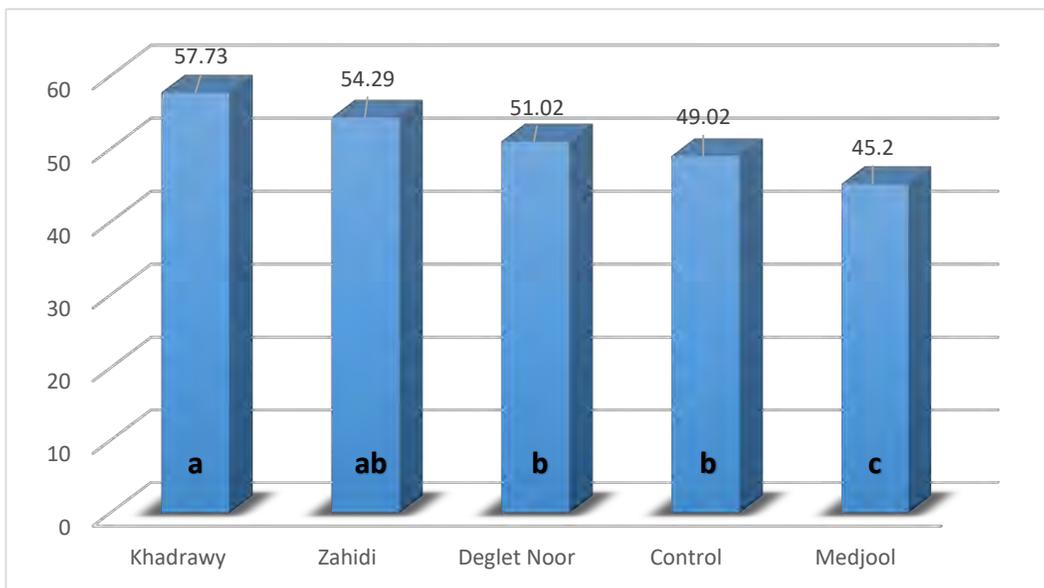


Figura 17. Prueba ANOVA aplicada al polen almacenado para polen almacenado por dos años 2019. Los tratamientos con la misma letra no son estadísticamente significantes, para un valor-P menor al 0.05.

La tabla No. 9 muestra información sobre los promedios de los porcentajes de amarre de cuatro fuentes de polen y un control (tratamiento del agricultor), correspondientes a polen fresco (2019), polen de un año de almacenado (2018) y de dos años de conservación (2017). El polen Medjool presenta porcentajes similares para los tres periodos de almacenaje 49.97%, 48.44% y 45.20% para fresco, uno y dos años respectivamente. La fuente Medjool presenta un comportamiento estable respecto a los porcentajes de amarre para la temporada 2019. El polen proveniente de la fuente Khadrawy, presenta similar porcentaje de amarre para el polen fresco (49.22%) y para el polen de un año (51.52%). Mientras que la misma fuente de polen para dos años, presenta un porcentaje amarre de 57.53%. La fuente de polen proveniente del cultivar Deglet Noor, presenta porcentajes de amarre muy similares 54.50%, 50.72% y 51.02% para polen del 2019, 2018 y 2017 respectivamente. La fuente Zahidi demuestra similares condiciones de viabilidad respecto a los porcentajes de amarre con 57.99%, 52.60% y 54.29% para los periodos de almacenaje 2019, 2018 y 2017 respectivamente. El tratamiento control (manejo del agricultor), consistió en la mezcla de manera equitativa de las cuatro fuentes de polen, este presenta variabilidad entre los tres años, siendo el polen almacenado de un año (2018) el más alto con 63.15%, seguido por el polen fresco con 56.06% y finalmente 49.02% para el polen de dos años.

Para la temporada 2019, entre todos los tratamientos se observa como las fuentes de polen Medjool y Khadrawy, tuvieron el porcentaje promedio más bajo para el polen fresco, no siendo significativo entre ellos mismos, pero si contra el resto de los demás tratamientos (Figura 15). Para el polen almacenado por un año, el cultivar Medjool presento el porcentaje más bajo, pero no fue significativo contra los tratamientos Deglet Noor, Khadrawy y Zahidi. Siendo significativo únicamente contra el tratamiento control (Figura 15). Asimismo para el polen almacenado por dos años, el tratamiento Medjool presento el porcentaje de amarre más bajo, siendo estadísticamente significativo contra el resto de los tratamientos. Para esta temporada de cultivo 2019, los tratamientos con mayor porcentaje de amarre fueron para la fuente Zahidi (polen fresco), Control (un año) y Khadrawy (dos años).

Finalmente, en el ciclo de cultivo 2019, las diferencias existentes en el porcentaje de amarre más bajo contra el más alto entre los tres años comparados fueron: 3.24 para Medjool, 8.31 para Kadrawy, 3.78 para Deglet Noor, 5.39 Zahidi y para el tratamiento control se presentó la más grande diferencia con 14.13 de diferencia entre su valor más bajo respecto al porcentaje más alto. De igual manera que en la temporada de cultivo 2018, se observan porcentajes de amarre muy aceptables ya que se obtuvieron porcentajes en un rango entre el 49.02% y 63.15%, siendo muy viable el uso de polen almacenado en cualquier periodo (uno y dos año) contra el polen fresco.

8.3. Análisis de contenido de minerales.

La cuantificación del contenido de minerales para el polen fresco, extraído en la temporada de cultivo 2019 y utilizado en la polinización del mismo ciclo, es presentado en la tabla No. 10. Los resultados revelan que el potasio es el elemento más abundante en el polen, siendo el cultivar Khadrawy el que mayor contenido del mismo tiene con 45.074 mg/100g. El calcio es el segundo elemento más abundante en el polen, siendo el cultivar Zahidi el que mayor contenido tiene con un 34.06 mg/100g. El tercer mineral más abundante es el Fosforo, con 16.48 mg/100g para el cultivar Khadrawy con el contenido más abundante. Le siguen el Azufre, Hierro, Zinc, Manganesio y Cobre con 9.26, 2.67, 1.12, 0.64 y 0.37 mg/100g como contenidos más abundantes para los cultivares Khadrawy, Zahidi, Medjool, Zahidi y Deglet Noor.

Tabla 10. Contenido de minerales (mg/100 g), para cada uno de los cultivares de polen fresco para el ciclo de cultivo 2019.

Mineral	Medjool	Khadrawy	Deglet Noor	Zahidi
Potasio	40.890	45.074	42.288	38.067
Calcio	31.189	25.107	29.590	34.269
Fosforo	14.886	16.489	14.420	15.008
Azufre	8.798	9.268	9.154	8.034
Hierro	2.361	2.199	2.190	2.679
Zinc	1.124	1.066	1.064	0.878
Manganesio	0.418	0.455	0.590	0.645
Cobre	0.333	0.342	0.379	0.300

La cuantificación del contenido de minerales para el polen almacenado en los periodos de uno y dos años y utilizado en el proceso de polinización para la temporada de cultivo 2019, es presentado en la tabla No. 11. Los resultados revelan que el potasio es el elemento más abundante en el polen, siendo el cultivar Khadrawy el que mayor contenido del mismo tiene con 43.50 mg/100g. El calcio es el segundo elemento más abundante en el polen, siendo el cultivar Zahidi el que mayor contenido tiene con un 34.85 mg/100g. El tercer mineral más abundante es el Fosforo, con 16.62 mg/100g para el cultivar Deglet Noor con el contenido más abundante. Le siguen el Azufre, Hierro, Zinc, Manganesio y Cobre con 10.28, 2.68, 1.11, 0.60 y 0.50 mg/100g como contenidos más abundantes para los cultivares Deglet Noor, Zahidi, Khadrawy, Zahidi y Deglet Noor, para el polen de 2017 y 2018.

Tabla 11. Contenido de minerales (mg/100 g), para cada uno de los cultivares de polen almacenado en diversos periodos de conservación, utilizados en la temporada de cultivo 2019.

Mineral	2018			2017	
	Medjool	Khadrawy	Deglet Noor	Zahidi	Deglet Noor
Potasio	40.32	43.50	43.47	37.35	39.37
Calcio	31.99	28.82	28.84	34.85	30.79
Fosforo	15.65	14.38	14.34	14.92	16.62
Azufre	8.99	9.03	9.12	8.25	10.28
Hierro	1.25	2.16	2.03	2.68	1.06
Zinc	1.09	1.11	1.09	0.89	0.82
Manganesio	0.34	0.58	0.55	0.60	0.54
Cobre	0.34	0.38	0.37	0.30	0.50

El elemento mas representativo es el potasio, existiendo solo pequeñas diferencias entre los años y fuentes de polen, ya que su rango de contuvo entre 37.35 y 45.07 mg/100g. En promedio el contenido de potasio para las fuentes de polen fresco fue de 41.57 mg/100g, para polen del 2018 fue de 42.43 mg/100g y para 2017 fue de 38.36 mg/100g, observándose muy poca variación entre los tres años de comparación. Similares comportamientos ocurren con el resto de los minerales en las tablas 10 y 11.

Los resultados del análisis de contenido de minerales en el polen para las cuatro fuentes utilizadas, sugieren que el polen conserva su contenido de minerales en dos años, en una de conservación 4 °C en un refrigerador común.

8.4. Análisis de las propiedades físicas del fruto.

La influencia del polen fresco sobre las características físicas en el fruto, utilizado en la polinización de la temporada 2018, se muestra en la tabla no. 12. La mayor influencia el polen fresco 2018, proviene del cultivar Medjool con 18.35 gramos de peso, seguido por Deglet Noor con 16.33 gramos. La mayor influencia sobre el tamaño del fruto la tuvo el polen proveniente del tratamiento control con 4.70 cms, seguido del cultivar Khadrawy con 4.52 cm de longitud en promedio. Finalmente, la fuente de polen que tuvo la mayor influencia sobre el diámetro del fruto fue del cultivar Medjool con 2.44 cms de diámetro, seguido por el cultivar Khadrawy con 2.31 cm de diámetro.

Las características físicas de la semilla se muestran en misma tabla no. 12. La fuente de polen proveniente de la variedad Medjool, presento el mayor peso con 1.17 gramos, seguido por el tratamiento control con 1.20 gramos. La mayor longitud la presento el cultivar Medjool con 2.51 centímetros seguido por el tratamiento Khadrawy con 2.43 centímetros. Finalmente, el mayor diámetro lo presento la fuente de polen proveniente del cultivar Khadrawy con 0.86 centímetros, seguido por el tratamiento control con 0.80 centímetros.

Tabla 12. Propiedades físicas del fruto cultivado en la temporada 2018, producto de la influencia de las diversas fuentes de polen.

Elemento	Componente	Deglet Noor	Khadrawy	Medjool	Control
FRUTO	Peso (g)	16.33	17.8	18.35	16.40
	Longitud (cm)	3.92	4.52	4.40	4.70
	Diámetro (cm)	2.1	2.31	2.44	2.20
SEMILLA	Peso (g)	0.99	1.13	1.17	1.2
	Longitud (cm)	2.22	2.43	2.51	2.4
	Diámetro (cm)	0.73	0.86	0.79	0.8

Los efectos del polen almacenado por un año en las propiedades físicas del fruto del dátil, conservado en un refrigerador común a 4 °C, utilizados en la temporada de cosecha 2018, son mostrados en la tabla no. 13. La mayor influencia el polen almacenado por un año, proviene del cultivar Deglet Noor con 18.09 gramos de peso, seguido por Khadrawy con 18.06 gramos. La mayor influencia sobre el tamaño del fruto la tuvo el polen proveniente del tratamiento Deglet Noor con 4.37 cms, seguido del cultivar Khadrawy con 3.96 cm de longitud en promedio. Finalmente, la fuente de polen que tuvo la mayor influencia sobre el diámetro del fruto fue del cultivar Deglet Noor con 2.48 cms de diámetro, seguido por el cultivar Khadrawy con 2.36 cm de diámetro.

El efecto de la fuente de polen de un año de edad y conservado a 4 °C, sobre las características físicas de la semilla se muestran en misma tabla no. 13. La fuente de polen proveniente de la variedad Deglet Noor, presento el mayor peso con 1.22 gramos, seguido por el tratamiento Khadrawy con 1.07 gramos. La mayor longitud la presento el cultivar Deglet Noor con 2.33 centímetros seguido por el tratamiento Khadrawy con 2.21 centímetros. Finalmente, el mayor diámetro lo presento la fuente de polen proveniente del cultivar Deglet Noor con 0.89 gramos, seguido por el tratamiento Khadrawy con 0.89 centímetros.

Tabla 13. Propiedades físicas del fruto cultivado en la temporada 2018, producto de la influencia de las diversas fuentes de polen.

Elemento	Componente	Deglet Noor	Khadrawy	Medjool	Control
FRUTO	Peso (g)	18.09	18.06	13.42	15.22
	Longitud (cm)	4.37	3.96	3.73	2.89
	Diámetro (cm)	2.48	2.36	2.25	1.79
SEMILLA	Peso (g)	1.22	1.07	0.94	0.68
	Longitud (cm)	2.33	2.21	2.12	1.55
	Diámetro (cm)	0.89	0.83	0.80	0.67

Una de las características de calidad en el fruto del datil son su peso y su longitud. Estos dos parámetros definen en gran manera su calidad y su precio en los mercados internacionales. La variedad Medjool, es el datil que presenta los tamaños mas grandes en este fruto.

Los datos presentados en las tablas 12 y 13, revelan que el polen almacenado por un año y conservado en 4 °C, no provoca en el fruto la pérdida de su calidad. En promedio el polen fresco utilizado en la temporada 2018, tuvo un peso de 17.22 gramos, contra 16.19 gramos del polen almacenado por un año utilizado en la misma temporada. La longitud para el polen fresco en la temporada 2018 fue de 4.38 cms, mientras que el polen almacenado por un año presento una longitud de 3.73 cms. Esta diferencia en este parámetro, la provoco el tratamiento control, el cual es producto de la mezcla de diferentes fuentes de polen, sin conocer cual es la predominante. Pero si consideramos únicamente el efecto de los tres cultivares tendríamos un promedio de 4.02 cms. El resto de los parámetros presentan condiciones similares, consideradas como buenas para la calidad del fruto.

La semilla es considerada como merma agrícola, ya que en México son muy escasos sus usos. Se tiene conocimiento que se empiezan a desarrollar productos como café de semilla de datil y se está explorando la viabilidad de su extracción de aceite. El análisis de sus propiedades físicas fue meramente informativo en este estudio, ya que el principal interés fue en las características de calidad del fruto.

Todas las fuentes de polen presentaron buenos porcentajes de amarre, todos superiores al 40%. Para el agricultor en la variedad Medjool es suficiente con un 20% dado que se maneja un proceso de adelgazamiento del hilo en los racimos.

Capítulo IX

Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones.

En este estudio se ha analizado la viabilidad del uso de polen de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.), almacenado en diversos periodos de conservación, los cuales fueron polen de 2017, 2018 y polen fresco de la temporada 2019. Este ejercicio se desarrolló en el valle de San Luis Rio Colorado, en las plantaciones datileras propiedad del Corporativo RUVA, S. de R.L. de C.V. ubicadas en la Colonia Azteca.

El experimento se desarrolló en las temporadas de cultivo 2018 y 2019. Para el 2018 se utilizó polen almacenado en un refrigerador común y conservado a 4 °C, por un año. Para esa misma temporada también se uso polen fresco del 2018. Para la temporada 2019, se utilizó polen almacenado por dos años, un año y polen fresco.

Los resultados de este estudio revelan que el polen de palma datilera almacenado en un periodo de un año, bajo un ambiente de conservación a 4 °C, tiene similares efectos en el porcentaje de amarre del fruto y en sus parámetros físicos de calidad, que el polen fresco de la misma temporada.

Asimismo el polen de las fuentes utilizadas en este estudio, almacenado en un periodo de dos años, conservado a una temperatura de 4 °C, tiene una influencia similar sobre las características físicas del fruto, así como sus porcentajes de amarre, los cuales fueron superiores al 40%, que el polen de un año edad, almacenado en similares condiciones y que el polen fresco de la misma temporada.

De igual forma, en este estudio, se comprobó que el polen de la palma datilera, puede conservarse perfectamente en un refrigerador común o casero, a una temperatura de conservación de 4 °C en periodos de uno y hasta dos años, sin que este pierda su viabilidad de uso. Esta aportación representa una gran oportunidad para los productores de palma datilera, ya que con este experimento se comprobó que un lugar de conservación económico, fácil de adquirir y pequeño, como lo es un refrigerador casero, tiene la capacidad de conservar en buen estado su polen sobrante de temporadas anteriores, para prevenir una escasez de polen en un posible desfase en la anticipación de la floración femenina de la palma datilera. Además, de que la adquisición de este equipo es relativamente económico, comparado contra las otras opciones como lo son los congeladores de -20 °C y -80 °C.

La viabilidad del uso de polen conservado en hasta dos años, fue evaluada y cuantificada principalmente por los porcentajes de amarre, mismos que indican porcentajes muy altos superiores al 60% y mínimos, los cuales fueron superiores al 40%.

Con esta cuantificación, se tiene la seguridad de que el fruto será bien recibido por la palma hembra receptora Medjool y el productor tendrá plena certeza de que puede utilizar polen fresco, de un año y dos años de edad, esperando características similares de calidad física en el fruto del dátil.

El efecto de las fuentes del polen, así como su periodo de conservación, tienen influencia similar en las características físicas del fruto. Sobresalen las fuentes de polen de los cultivares Deglet Noor y Khadrawy, con los parámetros de calidad física más altos que el resto de los tratamientos.

El análisis de contenido de minerales, efectuados a todos los cultivares en las dos temporadas de cultivo y en los diversos años de conservación, revela que este contenido se mantiene en forma muy similar entre todas las fuentes de polen, siendo el potasio el mineral más abundante, seguido por el calcio.

Finalmente, se puede concluir que el polen almacenado hasta en dos años de conservación, mantiene altos porcentajes de amarre, el cual es un gran indicador de que se tendrá una gran cantidad de fruto cosechable. Asimismo, el polen no llega a perder su fertilidad y tiene efectos en la calidad física del fruto muy similares a las influenciadas por el polen fresco de temporada.

9.2 Recomendaciones.

A fin de evitar pérdidas en la producción, originadas por la maduración precoz de las inflorescencias femeninas, es muy recomendable prever la escasez de polen, almacenando los sobrantes de la temporada anterior, en un refrigerador casero con una temperatura de conservación a 4 °C.

La identificación de la fuente de polen que utiliza cada productor y que tiene la mayor influencia en los parámetros de calidad del fruto, será muy importante para que el fruto

tenga mayor precio en el mercado y para que el agricultor conserve en mejor nutrición sus palmas macho productoras de polen.

Se recomienda contar con palmas masculinas propias de los cultivares Deglet Noor y Khadrawy, ya que sus fuentes de polen provocan un mayor tamaño y peso en el fruto del dátil, en la hembras recetoras cultivar Medjool.

Para obtener mejores resultados en los porcentajes de amarre cuando se cuente con polen almacenado, se podrían combinar la fertilidad del polen conservado y del polen fresco.

Se deberá cuantificar los parámetros de calidad del fruto para la cosecha 2019, a fin de comparar sus resultados contra los obtenidos en la temporada 2018.

Asimismo, se recomienda un análisis proximal, sobre los contenidos químicos en las diversas fuentes de polen, así como en sus respectivos frutos, a fin de identificar el efecto en la nutrición del fruto, imputado por la fuente de polen.

Finalmente, será necesario evaluar otras variables que podrían influir en los parámetros de calidad física y química, tanto en el polen como el fruto, a fin de identificar y asociar los mejores tratamientos y las fuentes en la calidad nutricional del fruto, para el beneficio del productor y para que el dátil cultivar Medjool producido en México, se posicione en los mercados internaciones como el mejor del mundo.

X. Bibliografia.

- Abdelouahhab, Z., & Arias-Jimenez, E. J. (1999). *Date Palm Cultivation* (First ed.). Rome, Italy: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(10), 877–887.
- Al-mssallem, I. S., Hu, S., Zhang, X., Lin, Q., Liu, W., Tan, J., ... Yu, J. (2013). Genome sequence of the date palm Phoenix. *Nature Communications*, 4, 1–9.
<http://doi.org/10.1038/ncomms3274>
- Al-Yahyai, R., & Manickavasagan, A. (2012). An Overview of Date Palm. In A. Manickavasagan, E. M. Mohamed, & E. Sukumar (Eds.), *Dates Production, Processing, Food and Medicinal Values* (pp. 3–11). Florida: CRC Press.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of Association of Official Agriculture Chemist. Association of Analytical Chemist, Washington, D.C.* AOCS Press.
- AOCS Ce 2-66. (1997). *Official methods and recommended practices of the American oil chemists' society. Method Ce 2-66. GLC ranges of fatty acid composition.* Champaign, IL: AOCS Press.
- Arias, E., Hodder, A. J., & Oihabi, A. (2016). FAO support to date palm development around the world: 70 years of activity. *Emir. J. Food Agric* •, 28(1), 1–11.
<http://doi.org/10.9755/ejfa.2015-10-840>
- Aschmann, H. (1957). The introduction of date palms into Baja California. *Economic Botany*, 11(2), 174–177. <http://doi.org/10.1007/BF02985306>
- Assirey, E. A. R. (2015). Nutritional composition of fruit of 10 date palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars grown in Saudi Arabia. *Journal of Taibah University for Science*, 9(1), 75–79. <http://doi.org/10.1016/J.JTUSCI.2014.07.002>
- Bekheet, S. A., & Hanafy, M. S. (2011). Towards Sex Determination of Date Palm. In S. M. Jain, J. M. Al-Khayri, & D. V. Johnson (Eds.), *Date Palm Biotechnology* (pp. 551–566). London: Springer. http://doi.org/10.1007/978-94-007-1318-5_26

- Bouhlali, E. dine T., Ramchoun, M., Alem, C., Ghafoor, K., Ennassir, J., & Zegzouti, Y. F. (2017). Functional composition and antioxidant activities of eight Moroccan date fruit varieties (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(3), 257–264. <http://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2015.08.005>
- Burda, S., & Oleszek, W. (2001). Antioxidant and Antiradical Activities of Flavonoids. <http://doi.org/10.1021/JF001413M>
- Cert, A., Moreda, W., Pérez-Camino, M. C., & Pérez-Camino, M. C. (2000). Methods of preparation of fatty acid methyl esters (FAME). Statistical assessment of the precision characteristics from a collaborative trial. *Grasas y Aceites*, *51*(6), 447–456. <http://doi.org/10.3989/gya.2000.v51.i6.464>
- Chao, C. T., & Krueger, R. R. (2007). The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): Overview of biology, uses, and cultivation. *HortScience*, *42*(5), 1077–1082.
- de Grenade, R. (2013). Date palm as a keystone species in Baja California peninsula, Mexico oases. *Journal of Arid Environments*, *94*(2), 59–67. <http://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2013.02.008>
- de Grenade, R., Nabhan, G. P., & Cariño Olvera, M. (2016). Oases of the Baja California peninsula as sacred spaces of agrobiodiversity persistence. *Agriculture and Human Values*, *94*, 455–474. <http://doi.org/10.1007/s10460-015-9621-z>
- FAO. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved February 10, 2018, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. H. S. (1957). A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, *226*, 497–509.
- Iqbal, M., Niamatullah, M., & Munir, M. (2012). Effect of various *Dactylifera* males pollinizer on pomological traits and economical yield index of cv's Shakri, Zahidi and Dhakki date palm (*Phoenix Dactylifera* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, *22*(2), 376–383.
- Jafar Jaskani, M., Fatima, B., Salman Haider, M., Abbas Naqvi, S., Nafees, M., Ahmad, R., & Ahmad Khan, I. (2015). Evaluation of Pollen Viability in Date Palm Cultivars Under Different Storage Temperatures. *Pakistan Journal of Botany*, *47*(1), 377–381.
- Krueger, R. R. (2015). Date Palm Status and Perspective in the United States. In J. M. Al-khayri, M. S. Jain, & D. V. Johnson (Eds.), *Date Palm Genetic Resources and*

- Utilization: Volume I: Africa and the Americas* (1st ed., pp. 447–485). New York: Springer.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726–732.
<http://doi.org/10.1590/s0101-20612005000400016>
- Laurey, S. (1997). Protein structure core facility. *Omaha, NE*, 68, 198–4525.
- Mohamed, R. M. A., Fageer, A. S. M., Eltayeb, M. M., & Ahmed, I. A. M. (2014). Chemical composition , antioxidant capacity , and mineral extractability of Sudanese date palm (*Phoenix dactylifera* L .) fruits. *Food Science & Nutrition*, 2(5), 478–489.
- Nixon, R. W. (1951). The date palm—“Tree of Life” in the subtropical deserts. *Economic Botany*, 5(3), 274–301. <http://doi.org/10.1007/BF02985151>
- Nixon, R. W. (1956). Metaxenia in Dates. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci*, 32, 221–226.
- Ortiz-uribe, N., Salomón-Torres, R., & Krueguer, R. (2019). Date Palm Status and Perspective in Mexico. *Agriculture*, 9(In Press).
- Perez-Meseguer J; Delgado-Montemayor C; Ortiz-Torres T; Salazar-Aranda R; Cordero-Perez P; de Torres NW. (2016). Antioxidant and hepatoprotective activity of *Hamelia patens* extracts. *Pak J Pharm Sci*, 29(1), 343–348. Retrieved from <https://www.medscape.com/medline/abstract/27005511>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237.
[http://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](http://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rivera, D., Johnson, D., Delgadillo, J., Carrillo, M. H., Obón, C., Krueger, R., ... Carreño, E. (2013). Historical evidence of the Spanish introduction of date palm (*Phoenix dactylifera* L., Arecaceae) into the Americas. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(4), 1433–1452. <http://doi.org/10.1007/s10722-012-9932-5>
- Ruck, J. A. (1969). *Chemical Methods for Analysis of Fruits and Vegetables*. Summerland Res. Stat., Dept. Agri. Canada. SP50.
- Saafi, E. B., Trigui, M., Thabet, R., Hammami, M., & Achour, L. (2008). Common date palm in Tunisia: Chemical composition of pulp and pits. *International Journal of*

Food Science and Technology, 43(11), 2033–2037. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01817.x>

- Salazar-Aranda, R., Granados-Guzmán, G., Pérez-Meseguer, J., González, G., & de Torres, N. (2015). Activity of Polyphenolic Compounds against *Candida glabrata*. *Molecules*, 20(10), 17903–17912. <http://doi.org/10.3390/molecules201017903>
- Salomón-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., Sol-Uribe, J. A., Villa-Angulo, C., Villa-Angulo, R., Valdez-Salas, B., ... Norzagaray-Plasencia, S. (2018). Influence of different sources of pollen on the chemical composition of date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool in México. *Australian Journal of Crop Science*, 5(10), 30–40.
- Salomón-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., & Villa-angulo, R. (2017). La Produccion de la Palma Datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en México. *Revista UABC*, (91), 15–20.
- Salomon-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., Villa-Angulo, R., Villa-Angulo, C., Norzagaray-Plasencia, S., & Garcia-Verdugo, C. (2017). Effect of Pollenizers on Production and Fruit Characteristics of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Cultivar Medjool en Mexico. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(4).
- SIAP. (2019). Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera. Retrieved February 5, 2019, from <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Uhl, N., & Dransfield, J. (1987). *Genera Palmarum: A Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore, Jr, L.H. Baily*. Hortorium and the International Palm Society, Lawrence, KS.
- Vinita, V., & Punia, D. (2016). Nutritional composition of fruit of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.)cultivars grown in Haryana, India. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(4), 331–334.
- Zhao, Y., Williams, R., Prakash, C. S., & He, G. (2012). Identification and characterization of gene-based SSR markers in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *BMC Plant Biology*, 12(1), 237.