

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



**Aplicación de regulador vegetal tipo 1 en palma  
datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en el valle de San Luis  
Rio Colorado, Son.**

**ANTEPROYECTO DE TESIS**  
**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION BIOSUSTENTABLES**

**PRESENTA:**  
**ING. NOE PACHECO JIMENEZ**

**DIRECTOR:**  
**DR. RICARDO SALOMON TORRES**

**SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA.**

**JUNIO 2020**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA**  
**FORMATO F5**

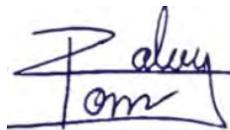
**ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS**  
**PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAESTRO,**  
**OPCIÓN TESIS**

Los miembros del Comité de Tesis del alumno **PACHECO JIMENEZ NOE** recomendamos que el documento titulado:

**APLICACION DE REGULADOR VEGETAL TIPO 1 EN PALMA DATILERA**  
**(*Phoenix dactylifera* L.) EN EL VALLE DE SAN LUIS RIO COLORADO,**  
**SONORA.**

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

**COMITÉ DE TESIS**



Dr. Ricardo Salomón Torres

**Nombre y firma**  
**Director**



Dr. Noé Ortiz Uribe

**Nombre y firma**  
**Co-director**



M.I. Noé Salvador Ortiz Ruiz

**Nombre y firma**  
**Sinodal**

---

*Dedicatoria*

---

Dedico el presente trabajo a las personas que han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

A mi Familia: Mis padres por enseñarme el buen camino y a mi hermano por su apoyo.

A todos aquellos: que creen en mí.

---

## *Agradecimientos*

---

Debemos encontrar tiempo para detenernos y agradecer a las personas que hacen la diferencia en nuestras vidas.

*John F. Kennedy*

Agradezco a los docentes de la Maestría en Sistemas de Producción Biosustentables (MSPB) de la Universidad Estatal de Sonora, en especial a mi director de tesis, el Dr. Ricardo Salomon Torres por guiar esta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.

A quienes con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

A los sinodales quienes estudiaron mi tesis y avalaron su aprobación.

Agradezco al Corporativo RUVA, por permitirme el uso de sus plantaciones e instalaciones para la realización de este estudio. A Rafael Quirarte-Gutiérrez y Roberto Torres-Yescas de Rancho "La Vaca" por su apoyo y consejo. - Gracias.

---

## *Resumen*

---

Unos de los principales retos para la industria datilera actual, es aumentar la calidad del fruto y la producción con fines comerciales de la palma datilera al final de temporada.

En la investigación realizada en la zona productora de San Luis Río Colorado, Sonora, nuestra principal meta fue lograr aumentar el rendimiento y la calidad del fruto con fines de comercialización al extranjero. Además con la utilización de productos biológicos activos naturales y no productos de fabricación sintética.

El experimento se realizó en una plantación perteneciente a la Empresa Corporativo RUVA, S. de R.L. de C.V. El sitio de estudio es un huerto de 15 hectáreas, con palmas de la variedad Medjool de 17 años de vida. Ubicadas en “Rancho La Vaca” (32° 23' 5" N, 114° 53' 55" W, 45 MSNM) en el Valle de San Luis Río Colorado, Sonora. En el ciclo de producción 2019, bajo condiciones edafoclimáticas características de la región.

La técnica de aplicación de los diferentes tratamientos, se realizó mediante el método de pulverización con equipo de bombeo a presión de aire. Se realizaron cuatro rondas de aplicación de producto Biorregulador tipo 1 (Agromil V), Biorregulador + Adherente y Sin tratamiento. Las aplicaciones fueron posteriores a la polinización en Abril a Julio 2019.

El experimento utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones (tres inflorescencias denominadas espádices = “racimos”) para cada tratamiento en cada palma. Para cada palma seleccionada, se seleccionaron aleatoriamente cuatro grupos de tres racimos. En tres grupos de racimos se dejaron 50 Espigas=hilos con diversas combinaciones de adelgazamiento del racimo y un grupo más como tratamiento control.

Se realizaron seis muestreos conforme al calendario de toma de muestras. Esto consistió en la toma aleatoria de 10 frutos en cada racimo, el cual representa a cada tratamiento con un tipo de raleo definido. Para mostrar la diferencia entre los tratamientos aplicados, en las diferentes etapas de maduración del fruto, se cuantificó el peso, longitud y diámetro del fruto.

Los resultados obtenidos, mostraron que algunos de los tratamientos aplicados junto con los diferentes tipos de raleos o adelgazamientos, afectaron positivamente las variables estudiadas. Peso, longitud y diámetro del fruto.

Notablemente el manejo de Agromil + Adherente y Solo Agromil, junto con el adelgazamiento de catorce frutos por hilo (F14), incrementaron la variable Peso un 47.2% y 46.15%. En comparación con el manejo donde no se realizaron aplicaciones de Biorregulador de crecimiento natural del tipo 1, y con un adelgazamiento de dieciocho frutos por hilo (F18), que fue de 11.79 g por fruto de datil. Por otra parte comparando longitud y diámetro del fruto entre los tratamientos donde se aplicó Agromil + Adherente y Solo Agromil contra los manejos Sin Tratamiento con biorregulador mencionados anteriormente, hay una diferencia entre los manejos de 24.5% y 20.6% a favor del uso de Biorregulador.

---

## *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. ....	24
Tabla No. 2	Composición proximal de la pulpa y semilla del dátil cultivar ‘Medjool’ cultivado en México (%). ....	24
Tabla No. 3	Contenido de azúcares en la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México (% peso seco). ....	25
Tabla No. 4	Composición de ácidos grasos en la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool, cultivado en México (%). ....	25
Tabla No. 5	Contenido de minerales para la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool, cultivado en México (mg/100 g, peso seco). ....	26
Tabla No. 6	Contenido de fenoles totales y actividad antioxidantes de la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool, cultivado en México. ....	26
Tabla No. 7	Producción mundial datilera para el año 2018. ....	29
Tabla No. 8	Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2018. ....	31
Tabla No. 9	Efectos de los bioestimulantes en la producción de cultivos, desde sus objetivos celulares en las plantas hasta las funciones fisiológicas de toda la planta, las funciones agrícolas / hortícolas y, en última instancia, los beneficios económicos y ambientales esperados. ....	39
Tabla No. 10	Cada uno de estos reguladores requiere para su síntesis de manera natural diferentes precursores que generalmente son obtenidos del medio en el que las plantas se desarrollan. ....	40
Tabla No. 11	Contenido de fitohormonas, vitaminas y adherente por litro aplicado. ....	46

Tabla No. 12	Contenido químico del producto adherente por litro aplicado. . . . .	46
Tabla No. 13	Esquema de combinaciones de raleo y tratamientos en el racimo. .	47
Tabla No. 14	Esquema con fechas de aplicaciones y toma de muestras. . . . .	51
Tabla No. 15	Promedio de los muestreos realizados de Mayo – Septiembre 2019, utilizando el tratamiento de “Solo Agromil” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos efectuados en cada racimo. . . . .	66
Tabla No. 16	Promedio de los muestreos realizados de Mayo – Septiembre 2019, utilizando el tratamiento de “Agromil + Adherente” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos efectuados en cada racimo. . .	67
Tabla No. 17	Promedio de los muestreos realizados de Mayo – Septiembre 2019, utilizando el manejo del productor “Sin tratamiento” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos efectuados en cada racimo. . .	67
Tabla No. 18	Comparación de datos SIAP – Experimento realizado. . . . .	74
Tabla No. 19	Desarrollo del proyecto: Recursos económicos requeridos para implementar y desarrollar el proyecto de aplicación Agromil + Adherente, con adelgazamiento F18. . . . .	74
Tabla No. 20	Datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, experimento propio y estudios similares. . . . .	75

---

## *Lista de Figuras*

---

<i>Figura</i>	<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
Figura No. 1	Diagrama esquemático de la palma datilera. . . . .	14
Figura No. 2	Proceso de adelgazamiento del racimo en la palma datilera. . . .	16
Figura No. 3	Partes del fruto y la semilla de dátil. . . . .	17
Figura No. 4	Extracción de polen. . . . .	18
Figura No. 5	Métodos de polinización. . . . .	19
Figura No. 6	Muestra la curva de crecimiento de dátil cultivar Medjool, cultivado bajo las condiciones agroclimáticas del Noroeste de México. . . . .	22
Figura No. 7	El cinturón geográfico de las mayores zonas productores de dátil en el mundo se encuentra entre los 24°N y 34°N (Línea continua en color amarillo). . . . .	27
Figura No. 8	Producción mundial datilera de 1961 a 2018. . . . .	28
Figura No. 9	Principales áreas de cultivo de dátil en los Estados Unidos y México. . . . .	30
Figura No. 10	Producción de dátil en México, 1961 a 2018. . . . .	31
Figura No. 11	Las áreas en rojo representan plantaciones comerciales con variedades de dátil elite. Las en azul, son plantaciones con cultivos criollos de dátil. . . . .	32
Figura No. 12	Estructura química del Ácido Abscísico ABA. . . . .	36
Figura No. 13	Ejemplo de la estructura molecular de una Giberelina, Ga1, presentada en vista 2D y 3D. . . . .	36
Figura No. 14	Vista panorámica de la plantación con palmas de 17 años de edad. . . . .	42
Figura No. 15	Proceso de preparación y aplicación del tratamiento. . . . .	44
Figura No. 16	Producto utilizado. . . . .	45

Figura No. 17	Equipo de Aplicación de los tratamientos por pulverización, marca Trupper 3.0 litros. ....	48
Figura No. 18	Proceso de raleo. ....	49
Figura No. 19	Equipo de elevación hidráulico y zarzo para recolección de frutos. ....	50
Figura No. 20	Recolección de frutos en la última etapa de maduración (Tamar). ....	50
Figura No. 21	Equipo de medición y primeros frutos al inicio etapa Kimri. . .	52
Figura No. 22	Proceso de registro. ....	52
Figura No. 23	Comparación de crecimiento con tres tratamientos para el muestreo de Mayo 2019. ....	55
Figura No. 24	Comparación del efecto del adelgazamiento del racimo en el crecimiento del fruto, para el muestreo de Mayo del 2019. ....	56
Figura No. 25	Crecimiento del fruto Junio 2019. ....	57
Figura No. 26	Efecto del adelgazamiento del racimo Junio 2019. ....	58
Figura No. 27	Crecimiento del fruto Julio 2019. ....	60
Figura No. 28	Efecto del adelgazamiento del racimo Julio 2019. ....	61
Figura No. 29	Crecimiento del fruto Agosto 2019. ....	62
Figura No. 30	Efecto del adelgazamiento del racimo Agosto 2019. ....	63
Figura No. 31	Crecimiento del fruto Septiembre 2019. ....	64
Figura No. 32	Efecto del adelgazamiento del racimo Septiembre 2019. ....	65
Figura No. 33	Desarrollo de la curva de crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool respecto a su peso promedio. Las observaciones están dadas en gramos. ....	69
Figura No. 34	Desarrollo de la curva de crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool respecto a su peso promedio, con tratamientos relativos al adelgazamiento de los hilos de su racimo. ....	70

Figura No. 35	Desarrollo de crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool respecto a su peso final al momento de su cosecha (Septiembre), con tratamientos relativos al adelgazamiento de los hilos de su racimo. ....	71
---------------	---	----

# Índice

---

## Contenido

---

Dedicatoria.....	<i>i</i>
Agradecimientos.....	<i>ii</i>
Resumen.....	<i>iii</i>
Lista de Tablas.....	<i>v</i>
Lista de Figuras.....	<i>vii</i>
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Origen y propagación de la palma datilera.....	1
1.2. El cultivo de la palma datilera en México.....	3
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
<b>III. JUSTIFICACION.....</b>	<b>8</b>
<b>IV. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
4.1. Objetivo general.....	10
4.2. Objetivos específicos.....	10
<b>V. HIPOTESIS.....</b>	<b>11</b>
<b>VI. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>12</b>
6.1. Biología de la palma datilera.....	12
6.2. El polen de la palma datilera.....	17
6.3. Maduración del fruto.....	20
6.4. Características nutricionales del dátil cultivar Medjool.....	22
6.5. Producción de la palma datilera.....	27
6.6. Bioestimulantes y Reguladores de Crecimiento Vegetal (RCV).....	33
6.7. Definición y clasificación de los bioestimulantes.....	37

<b>VII. METODOLOGIA</b> .....	40
7.1. Descripción del área experimental. ....	40
7.2. Selección de palmas del cultivar. ....	43
7.3. Características fitoquímicas del producto utilizado. ....	44
7.4. Diseño experimental y tratamientos. ....	47
7.5. Aplicación de los tratamientos y muestreos. ....	51
7.6. Análisis estadístico. ....	52
<b>VIII. RESULTADOS Y DISCUSION.</b> .....	50
8.1. Resultados. ....	50
8.1.1. Primer muestreo (Mayo 2019). ....	50
8.1.2. Segundo muestreo (Junio 2019). ...	57
8.1.3. Tercer muestreo (Julio 2019). ....	59
8.1.4. Cuarto muestreo (Agosto 2019). ....	62
8.1.5. Quinto muestreo (Septiembre 2019). ....	64
8.1.6. Resultados por tratamiento y adelgazamiento realizado. ....	66
8.2. Discusión. ....	68
8.2.1. Efecto de los productos comerciales. ....	68
8.2.2. Efecto del adelgazamiento del racimo. ....	69
8.2.3. El efecto en diversos tipos de adelgazamiento del racimo. ...	71
8.2.4. Viabilidad del uso del biorregulador. ....	73
8.2.5. Comparación de resultados contra otros estudios realizados. .	75
<b>IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b> .....	73
9.1. Conclusiones. ....	73
9.2. Recomendaciones. ....	75
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.</b> .....	76

# Capítulo I

---

## Introducción

---

### 1.1. Origen y propagación de la palma datilera.

El origen exacto de la palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.) sigue siendo desconocido hasta nuestros días. Investigaciones recientes sugieren que su primera domesticación pudo haber sido hace al menos 6,000 años en el Medio Oriente, en la parte sur del actual Irak. Esto es respaldado por evidencia arqueológica de la antigua Mesopotamia (Abdelouauhab & Arias-Jiménez, 2002; Chao & Krueger, 2007; Ortiz-Uribe, Salomón-Torres & Krueger, 2019).

La región del Golfo Pérsico, proporciona la evidencia más antigua del cultivo de palma datilera, con semillas encontradas en excavaciones en los Emiratos Árabes Unidos, Kuwait e Irak (Tengberg, 2012). Las hipótesis alternativas sugieren su posible domesticación en Arabia Saudita, Norte de África ó la India (Sidhu, 2006; Chao & Krueger, 2007; Hazzouri et al., 2015).

Debido a que su ancestro común no ha sido identificado, el origen de su domesticación seguirá sin especificarse exactamente. Sin embargo, se ha sugerido que la palma datilera es el resultado de la hibridación de dos o más especies silvestres de *Phoenix*, ya que se ha encontrado que contiene una gran cantidad de marcadores genéticos, que son característicos de la misma especie de *Phoenix* (Tengberg, 2012).

Desde su supuesto punto de origen, este cultivo se extendió por medio de semillas, hacia el Sur por toda la Península Arábiga, hacia el Este hasta llegar a la India, hacia el Oeste, comenzando en Egipto hasta llegar a Marruecos. Después su propagación llegó a España a través de la invasión árabe en el siglo VIII. Finalmente, los españoles lo introdujeron primeramente al Perú y después a México, a través de la colonización española en el siglo XVI (Al-khayri, Johnson & Mohan, 2015; Ortiz-Uribe et al., 2019).

Siglos después, comienza su propagación a través de vástagos mediante su transporte a largas distancias, iniciando con esto el surgimiento de modernas plantaciones de palmeras datileras, con cultivares élite en países como Estados Unidos, Australia, Israel, Marruecos, Emiratos Árabes Unidos, Omán, México, Jordania, Namibia, entre otros (Johnson et al., 2015).

De los tres métodos de propagación que existen para este cultivo (Chao & Krueger, 2007; Rajmohan, 2011), el más común es su propagación vegetativa a través de sus vástagos, los cuales produce la palma en su etapa juvenil. Su extracción se realiza desde la base del tronco de la palma, cuando tienen entre tres y cinco años, con un peso de 10 a 15 kg.

Otro método de propagación es a partir de su semilla, con la desventaja de que las plántulas pueden ser machos con una probabilidad del 50%. Este método generalmente causa una madurez tardía y una menor calidad de la fruta, en comparación con el método común (Abdelouahhab & Arias-Jiménez, 2002).

El método de propagación a través del cultivo de tejidos, ha sido el esfuerzo científico más reciente para lograr una propagación más rápida de este cultivo. Se utilizan dos técnicas para el cultivo de tejidos. La primera es la embriogénesis, mediante la producción de embriones de las células y la segunda técnica es la organogénesis, la cual utiliza células meristemáticas (Jain, Al-Khayri & Drira, 2011).

## 1.2 El cultivo de la palma datilera en México.

La introducción de la palma datilera a México tiene dos rutas históricas diferentes. La primera fue durante el proceso de colonización después de la conquista española (Rivera et al., 2013). Los oasis de palma en Baja California fueron los sitios donde las palmas datileras crecieron mejor, pero los rendimientos y la calidad de la fruta fueron bajos. Asimismo, el cultivo de palma datilera en estas áreas actualmente se está desvaneciendo, debido a la poca rentabilidad de producción (Ortiz-Uribe et al., 2019).

La segunda ruta se produjo en el siglo XX, cuando se introdujeron cultivares de alta calidad a los Valles de San Luis Río Colorado, Sonora y Mexicali, Baja California, donde el clima, los suelos nutridos y las prácticas agrícolas modernas, permitieron su adaptación y altos rendimientos del fruto, produciendo principalmente el dátil de la variedad "Medjool" (Salomon-Torres et al., 2017; Salomón-Torres et al., 2018).

El cultivar Medjool se introdujo en el Continente Americano a principios del siglo XX, en el Sur de California en los Estados Unidos (Krueger, 2015). A fines de la década de 1960, el dátil Medjool fue traído al Valle de San Luis Río Colorado en el Estado de Sonora y más tarde al Valle de Mexicali en el Estado de Baja California, convirtiéndose en el principal cultivar producido en México (Ortiz-Uribe et al., 2019).

Los valles de San Luis y Mexicali, aportaron el 97% de la producción datilera en México en el año 2017 (SIAP, 2020). Actualmente, aproximadamente el 94% de la producción de datilera en México son de la variedad Medjool, mientras que el resto está compuesto por otros cultivares, como Deglet Noor, Khadrawy, Zahidi, Bahree, Honey y Hallawy, con una pequeña producción de dátiles criollos de baja calidad (Ortiz-Uribe et al., 2019). El cultivar Medjool tiene claras ventajas sobre otros cultivares, como altos rendimientos, fruta de gran tamaño, alto valor en el mercado internacional y alto valor nutricional.

La industria de datilera en México es muy pequeña en comparación con los principales países productores de dátiles, como Egipto, Arabia Saudita e Irán (FAO, 2020). Sin embargo, su producción ha aumentado un 600% en los últimos 35 años. Según datos de la FAO, México produjo 8,945 toneladas en 1,572 hectáreas en el año 2018, lo que lo ubica como el vigésimo séptimo productor mundial de dátiles (FAO, 2020).

Salomón-Torres et al., (2017) mencionan que las empresas mexicanas productoras de dátil están bien organizadas, mejorando cada año sus técnicas de cultivo, ya que han generado una mayor habilidad para obtener mejores rendimientos y continúan la expansión de las áreas plantadas.

Los grandes y pequeños productores de dátil en México están organizados en asociaciones llamadas: "Sistema Producto Dátil". Esto para mejorar la competitividad del cultivo con mejores prácticas culturales y comerciales, así como para negociar con los programas gubernamentales dirigidos a apoyar la producción.

Actualmente, las regiones donde se produce el dátil comercialmente continúan expandiéndose, con 1,352 hectáreas nuevas que han sido plantadas recientemente, de las cuales, se espera que entrarán en producción en 2020 (SIAP, 2020). Aunado a lo anterior, se están analizando otros posibles sitios donde el cultivo podría potencialmente cultivarse, como lo son Ciudad Delicias en el Estado de Chihuahua y el Valle del Yaqui en el Estado de Sonora (Ortiz-Uribe et al., 2019).

La producción datilera en el Estado de Sonora se ubica en los municipios de San Luis Río Colorado, Altar y Caborca, mientras que en Baja California se ubica principalmente en el valle de Mexicali, en las zonas de: Benito Juárez, Hechicera, Cerro Prieto, Islas Agrarias, Guadalupe Victoria, Colonias Nuevas, Jalapa y Delta entre otros. Existe una menor producción en los municipios de Comondú, Mulegé y la Paz, en Baja California Sur y Viesca en el Estado de Coahuila (Ortiz-Uribe et al., 2019).

Recientemente, buscando mejorar los rendimientos en este cultivo, se han desarrollado muchos esfuerzos para lograr un nuevo conjunto de sistemas de fertilización, incluyendo a la agricultura orgánica, con menos insumos de fertilizantes (Tarantino et al., 2015). Además, se han generado varios bioestimulantes para aliviar parcialmente los efectos adversos del cambio climático y el estrés abiótico en el desarrollo de las plantas, donde al mismo tiempo se garantiza una producción orgánica y sostenible, cuidando que su impacto en el medio ambiente sea menor (Colla et al., 2014; Brown y Saa, 2015; Tarantino et al., 2015).

El objetivo de este estudio fue la caracterización del efecto en el crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool, a través del uso de un bioestimulador de crecimiento vegetal tipo 1.

# *Capítulo II*

---

## *Planteamiento del Problema*

---

### **II. Planteamiento del problema.**

En los últimos años el cultivo del fruto de la palma datilera, ha adquirido un mayor interés por parte de los productores del Valle de San Luis Río Colorado, Sonora y Mexicali, B.C., debido a su adaptabilidad a las condiciones climáticas de la región y al gran valor comercial que tiene el dátil cultivar Medjool.

Al ser un cultivo de reciente introducción en México, no existe un paquete tecnológico para este cultivo por parte de la Secretaría de Desarrollo Rural (SADER). Además, al no existir información oficial disponible, se genera un desconocimiento en el manejo de este cultivo, propiciando generalmente a que cada agricultor maneje sus plantaciones de forma empírica.

Existe la gran necesidad de innovar y de mejorar sus sistemas de producción tradicionales. Esto con el propósito de obtener mejores rendimientos y lograr que el fruto del dátil cultivar Medjool, alcance tamaños máximos, ya que es la principal característica en este fruto, para que tenga altos precios en el mercado nacional e internacional.

Uno de los principales tratamientos en el cultivo para lograr que el fruto alcance un crecimiento de calidad, se debe al manejo aplicado en tiempo y forma por los productores al adelgazamiento del racimo. Cuando esta práctica es aplicada de manera tardía después del período de la polinización, se tiene como resultado un fruto que será de un tamaño inferior al deseado, el cual provocará un precio bajo en el mercado.

Cuando el adelgazamiento del racimo es aplicado puntualmente, se logran obtener frutos en su mayoría con una longitud superior a los cuatro centímetros. Mientras que en un porcentaje menor, el fruto logra alcanzar los cinco centímetros ó más de longitud, siendo este último tamaño, el que se vende a mayores precios, principalmente en los mercados internacionales.

A la fecha no existen estudios documentados en México, en los cuales se haga referencia al uso de bioestimulantes de crecimiento en el fruto en la palma datilera. Motivo por el cual, se desconoce su efecto en su curva de crecimiento, su tamaño final y si presenta alguna influencia en la maduración temprana del fruto del dátil.

# Capítulo III

---

## *Justificación*

---

### **III. Justificación.**

El fruto de la palma datilera, particularmente el dátil cultivar Medjool, tiene un valor económico muy alto para su comercialización (esto básicamente en su exportación), cuando logra alcanzar grandes tamaños. De ahí nace la necesidad de buscar nuevas metodologías y mejorar sus técnicas de producción.

Los bioestimuladores de crecimiento, ya han demostrado su efectividad en otros frutos como son la uva, fresa, naranja, pera, durazno y en hortalizas como tomate, cebolla y chiles.

El uso de un bioestimulante que incentive el crecimiento del fruto y que acompañe al método del adelgazamiento del racimo en la palma datilera, logrará incrementar los porcentajes de dátiles con tamaños superiores a los cinco centímetros. Con esto se logrará reducir el porcentaje de frutos con tamaños menores y el productor podrá tener mayores utilidades, al comercializar una mayor proporción de su producción en las categorías superiores de clasificación comercial, que se conocen como “Large”, “Jumbo” y “Super Jumbo”.

Mediante una dosis adecuada de bioestimulante para el uso agronómico en la palma datilera cultivar Medjool, aunado al adecuado manejo de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación y de buenas prácticas agrícolas, se pueden incrementar las oportunidades de una producción con mejor calidad, para que de esta manera el agricultor pueda permanecer ó incursionar en mercados internacionales, otorgando a los productores altos rendimientos con frutos de calidad.

La necesidad de bajar los niveles de contaminación por productos químicos en el medio ambiente, ha creado la oportunidad de utilizar cada vez más los productos naturales ecológicos y de esta manera contribuir a disminuir la contaminación de los suelos agrícolas y conservación de los ecosistemas locales.

En los últimos años, se han aplicado extensivamente pesticidas y fertilizantes químicos para mantener un alto rendimiento de los cultivos (Sarker, 2012). Con el presente estudio, se pretende crear una visión diferente de producir, crear una conciencia más ecológica, demostrar que se puede mejorar la producción del fruto de la palma datilera variedad Medjool, utilizando un biorregulador de crecimiento natural como estimulante biológico, para mejorar la calidad del fruto y la productividad del cultivo.

Se espera que los resultados de esta investigación, aporten conocimiento respecto al manejo e implementación de un regulador de crecimiento vegetal tipo 1, con datos que fueron validados mediante la aplicación del método científico. Los resultados de este proyecto serán de gran utilidad para los productores nacionales de dátil. Asimismo, podrán ser considerados para formar parte del paquete tecnológico de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), el cual próximamente iniciará su proceso de elaboración.

# Capítulo IV

---

## Objetivos

---

### 4.1 Objetivo General.

Incrementar el tamaño del fruto de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool, cosechado en el Valle de San Luis Colorado, Son., mediante la aplicación de un biorregulador de crecimiento vegetal tipo 1 (Agromil V), a fin de lograr la inducción del fruto en categorías comerciales deseables.

### 4.2 Objetivos específicos.

- Incrementar el porcentaje de frutos a categorías comerciales altas, mediante la aplicación de un bioregulador de crecimiento tipo 1 (Agromil V), con el propósito de elevar la competitividad del producto en el mercado nacional e internacional.
- Evaluar la viabilidad económica para la implementación de un bioregulador de crecimiento tipo 1 (Agromil V), mediante el análisis del costo-beneficio de su aplicación.
- Caracterizar el efecto de los tratamientos y porcentajes de raleo, sobre el tamaño y peso del fruto del dátil, para identificar cual induce la mayor calidad en el fruto.

# Capítulo V

---

## *Hipótesis*

---

### 5.1 Hipótesis.

- El uso de un biorregulador crecimiento vegetal tipo 1, estimula el crecimiento en peso y tamaño del fruto cultivar Medjool, contribuyendo a la mejora de su producción.
- El uso de un biorregulador crecimiento vegetal tipo 1, es viable en el cultivo de la palma datilera, al existir un alto retorno de la inversión con el tamaño del fruto.
- La aplicación de un biorregulador de crecimiento vegetal tipo 1 en el racimo, en combinación con diferentes tratamientos de adelgazamiento en el mismo, en la palma datilera cultivar Medjool, incentiva la calidad estética y comercial del fruto.

# Capítulo VI

---

## *Marco de Referencia*

---

### 6.1 Biología de la palma datilera.

La taxonomía y descripción botánica para la palma datilera, presenta la siguiente clasificación:

- Reino: Plantae.
- Filo: Tracheophyta.
- Clase: Liliopsida.
- Orden: Arecaceae.
- Género: Phoenix.
- Especie: Phoenix dactylifera L.

La palma datilera en referencias más antiguas, también puede ser encontrada dentro de la familia de las Palmae (Wet & Zaid 2002a; Judd et al., 2008), antiguo nombre con el que se le conocía a la familia *Arecaceae*.

La familia *Arecaceae* consta de aproximadamente 200 géneros y más de 2,500 especies. *Phoenix* es uno de los géneros con 14 especies que son nativas de las regiones tropicales ó subtropicales del sur de Asia y África, incluyendo *Phoenix dactylifera* L. (Al-Alawi, Al-Mashiqri, Al-Nadabi, Al-Shihi, & Baqi, 2017).

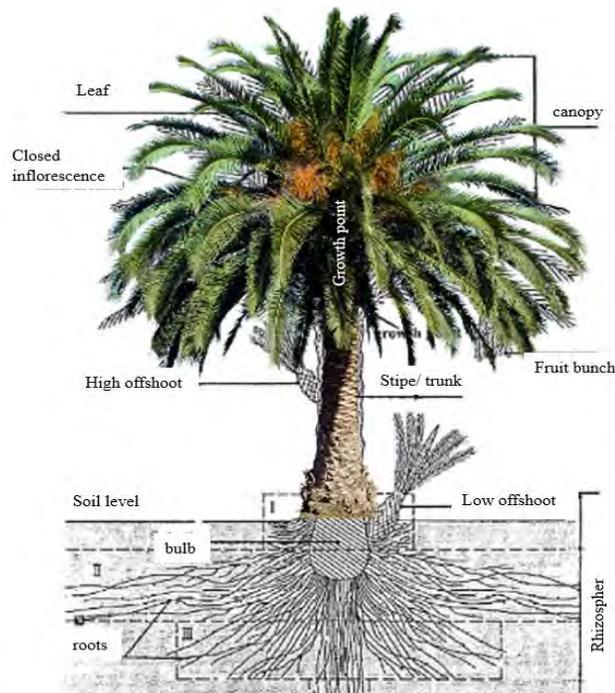
La palma datilera es una planta perenne, diploide, monocotiledónea y dioica (He, Prakash, Williams & Zhao 2012). Su genoma contiene una longitud de 671 Mega bases-par (Mb), con 41,600 genes y 18 pares de cromosomas (Al-mssallem et al., 2013). Su propagación asexual, es por medio de sus vástagos, y recientemente a través de las técnicas de cultivo de tejidos, con las cuales ha sido posible una expansión masiva de variedades élite.

Actualmente, no es común su propagación mediante su siembra a partir de su semilla, debido a que representa un riesgo muy grande para el agricultor al desconocer el género que resultará de la planta. Para identificar su género, se requiere que alcance su primera floración, la cual ocurre entre los 5 y 8 años de vida (Bekheet & Hanafy, 2011).

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-Jiménez, 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 (Dransfield & Uhl, 1987; Abdelouauhab & Arias-Jiménez, 1999).

El tallo y las nuevas hojas crecen desde la yema terminal única en el ápice del tallo (Figura No 1). Las raíces fibrosas crecen de la base del tronco, a veces 50 cm por encima del suelo. Las raíces principales llegan alrededor de 1.5 cm de espesor.



**Figura No. 1.** Diagrama esquemático de la palma datilera. Fuente: Salomon-Torres et al. 2017.

Las hojas tienen un pecíolo corto 50 cm y entre 50-60 pares de folíolos largos y estrechos unidos a una vena central o raquis (Orwa et al., 2009). Una planta adulta tiene aproximadamente 100 a 125 hojas verdes, con una formación anual de 10 a 26 nuevas hojas (De Wet & Zaid, 2002a).

Un mayor rendimiento, es en gran parte el resultado de un alto porcentaje de amarre de frutos, es decir, el desarrollo de un mayor número de estos en los racimos de la palma. La obtención de un alto porcentaje depende de la combinación de varios factores, como la calidad de la fuente de polen, la eficiencia de la polinización, el período de polinización, la compatibilidad entre el polen y las palmas hembras receptoras y los componentes ambientales como la temperatura, el riego, el suelo y la fertilización (Salomón-Torres et al., 2018).

La polinización de la palmera datilera se lleva a cabo naturalmente por la acción del viento y varios insectos como las abejas. Sin embargo, para su producción comercial, es necesario llevarla a cabo artificialmente (García-González et al., 2019). El polen extraído de una palma masculina es suficiente para polinizar hasta 50 palmas femeninas. Las fuentes de polen tienen un efecto tanto en las propiedades químicas como en las características de calidad del fruto y la semilla del dátil (Salomón-Torres et al. 2018), por lo que es importante la selección adecuada de polen. Según el cultivar y sus prácticas agrícolas, un solo racimo puede producir hasta 1,000 dátiles, con un peso de más de 8 kg.

La palma datilera comienza a dar fruto entre los cuatro y cinco años de edad, alcanzando su producción máxima entre las edades de 10 y 15 años, produciendo entre 40 y 80 kg de fruta por cada palma (Sidhu, 2006). El adelgazamiento del racimo es una práctica que se desarrolla buscando el aumento del tamaño de la fruta (Figura No 2). Esta práctica es común en el cultivar Medjool, ya que la calidad y el tamaño de este cultivar generan un precio más alto en el mercado (Cohen & Glasner, 2015), pero cada agricultor desarrolla este proceso, de acuerdo a su conocimiento empírico del proceso fenológico de la planta y no existe información disponible en México que documente, cuando es el periodo ideal después de la polinización para desarrollar este proceso.

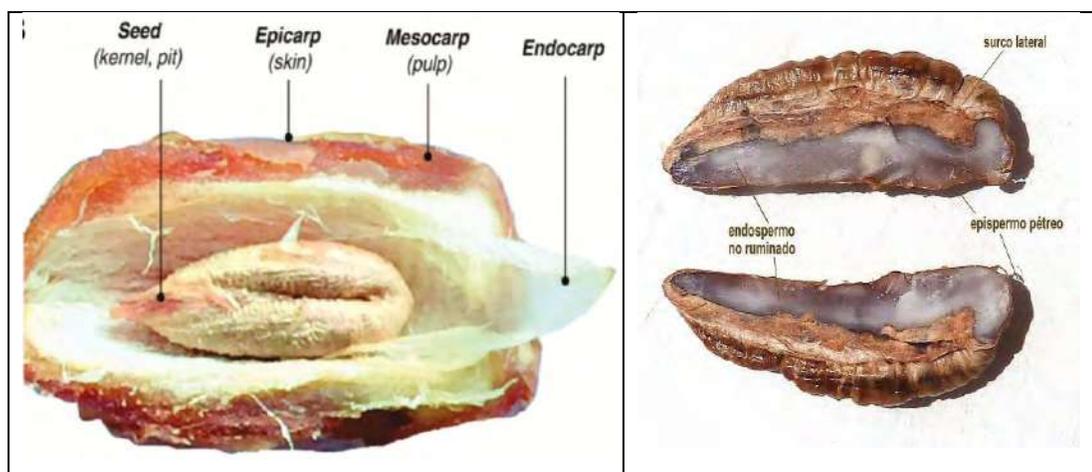
La palma datilera puede clasificarse por su cultivar, de acuerdo con las características de su fruto. Se estima que hay aproximadamente 3,000 cultivares de palmas datileras. Sin embargo, algunos nombres de cultivares pueden ser sinónimos, ya que el nombre dado a un cultivar en un país podría conocerse en otro, con un nombre diferente (Johnson, 2011). Cada cultivar se deriva de una única semilla, clonada y multiplicada por vástagos.



**Figura No. 2.** Proceso de adelgazamiento del racimo en la palma datilera. En las dos imágenes superiores se observa el hilo de un racimo antes (A) y después de su adelgazamiento (B). En las dos imágenes inferiores (C) (D), se muestra la cantidad de fruto verde desechado en este proceso, el cual es considerado como un desecho agrícola. Fuente: Imágenes A y B por Salomon-torres et al. 2017 e imágenes C y D son imágenes propias del mismo autor.

El fruto de la palma datilera es una baya compuesta de un mesocarpio carnoso, cubierto por un epicarpio delgado y un endocarpio que cubre toda su semilla (Figura No. 3).

La semilla suele ser oblonga y surcada ventralmente, conteniendo un pequeño embrión y un endospermo duro (Salomón-Torres et al., 2020). Los dátiles tienen características de calidad específicas: Color, tamaño, dulzura, textura, madurez, tamaño del tallo, tolerancia a la humedad del árbol, propiedades medicinales y calidad en general (Jaradat, 2015).



**Figura No. 3.** Partes del fruto y la semilla de dátil (Al-Khayri, 2005).

## 6.2 El polen de la palma datilera.

Típicamente, hay una maduración asíncrona entre las inflorescencias 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 necesaria la conservación de polen de una temporada anterior ó dentro del período de polinización (2-3) meses (Figura No. 4).

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 espatas 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.



**Figura No. 4.** Extracción de polen: A) Secadero de inflorescencias masculinas de palma datilera. B) Extracción mediante golpes suaves a la inflorescencia. C) Inflorescencias dentro de una máquina extractora de polen. D) Vista lateral de un equipo completo extractor de polen. Fuente: Imagen: A y B (seaview760, 2009), Imagen C y D (AGROM, 2020).

La viabilidad del polen generalmente se considera como la capacidad de los granos de polen, para germinar y entregar las células de espermatozoides al saco embrionario para lograr una fertilización compatible (Shivanna et al., 1991) (Figura No. 5). El polen puede conservar su composición 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 períodos largos de almacenamiento. Asimismo, Se ha observado que el polen almacenado a 3.3 °C, registró un mayor porcentaje de germinación en comparación con el polen almacenado a temperatura ambiente (Jaskani et al., 2015).



**Figura No. 5.** Métodos de polinización: A) Utilizando una bombilla de hule ó botella de plástico. B) Mecanizada. C) Incrustando un algodón impregnado de polen en medio de la inflorescencia femenina. D) Utilizado polen en suspensión líquida. Fuente: Imagen A (Salomón-Torres et al. 2019), B (AGROM, 2020), C (Williams, 2012), D (ICARDA, 2012).

En la literatura existen diversos reportes de análisis de fuentes de polen utilizando diversos métodos, pero en México los agricultores desconocen el potencial de la selección de las fuentes de polen (Reyes, 2019), entre ellos la influencia que tiene en la morfología del fruto y en sus atributos bioquímicos (Salomón-Torres et al., 2018).

### 6.3 Maduración del fruto.

Los dátiles tienen características de calidad específicas: color, tamaño, dulzura, textura, madurez, tamaño del tallo, tolerancia a la humedad del árbol, propiedades medicinales y calidad en general (Jaradat, 2015). También se pueden clasificar según su contenido de humedad (Jayasuriya, 2012), lo cual genera una textura de la siguiente manera:

- Cultivares de dátiles secos.

Se caracterizan por crecer en regiones con una humedad  $<20\%$ , clima muy seco y cálido, ya que el cultivo requiere 2093 - 2316 °C de unidades de calor. Esta categoría incluye a los cultivares: Abattamoda, Bartamoda, Deglet Beida, Gondaila, Horra, Kulma, Ruthana, Segao, Sakoty y Thoory, entre otros.

- Cultivares de dátiles semisecos.

Estos cultivares requieren una humedad entre 20 y 30%, un total de 1400 - 1500 °C unidades de calor y un clima moderadamente seco. En esta clasificación se encuentran los cultivares: Ajwa, Amry, Barni, Barhee, Dayry, Deglet Noor, Medjool, Mishrig Wad Laggai, Sewy y Zahidi, entre otros.

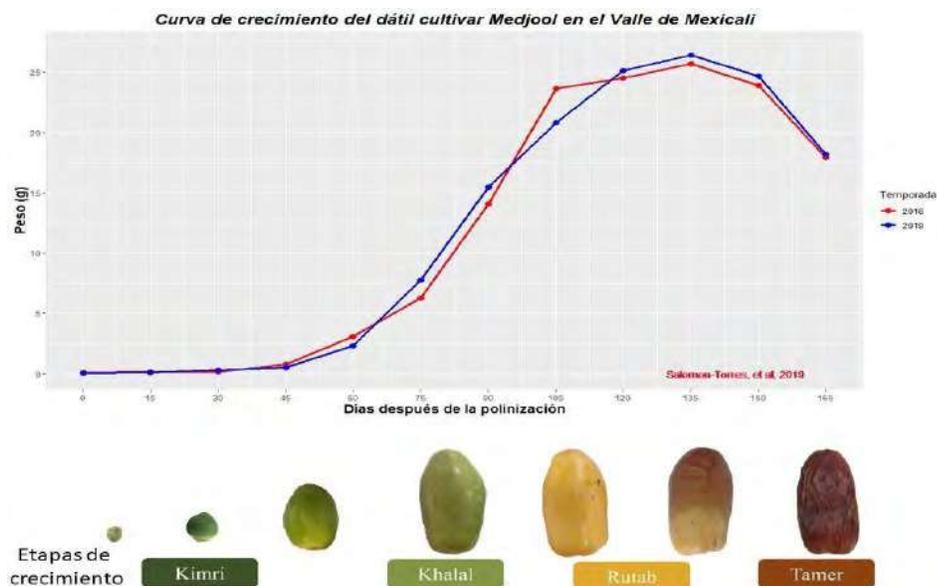
- Cultivares de dátiles suaves.

Requieren una humedad  $> 30\%$  y un total de entre 1100 y 1150 °C unidades de calor. Los cultivares en esta clasificación son: Abada, Amhat, Bentaisha, Hallawy, Hayany, Honey, Khadrawy y Khalas, entre otros.

Los rasgos de calidad en la fruta muestran un amplio rango de variación según su etapa de madurez (Sidhu, 2006). Dentro de sus cambios físicos en su curva de crecimiento (Figura No. 6), el fruto del dátil también muestra grandes cambios en su composición química, principalmente en azúcares y taninos (Aleid, 2012).

Con respecto a la calidad comercial de la fruta en México, la separación de la piel y la longitud de la fruta definen la calidad del dátil Medjool. Los parámetros de clasificación de longitud son los siguientes: pequeño (<1.5 pulgadas), mediano (1.5–2 pulgadas), grande (2–2.25 pulgadas) y jumbo (> 2.25 pulgadas). La separación de la piel entre 0 y 10% en cualquiera de estas clasificaciones es aceptable (Ortiz-Uribe et al., 2019).

El crecimiento de la fruta presenta un nivel progresivo de madurez en cuatro grandes etapas, que son conocidas por sus nombres árabes: Kimri, Khalal, Rutab y Tamar. Adicionalmente, el nombre Hababauk es el término utilizado para la flor femenina y el período justo después de la polinización, cuando la fruta joven todavía es de color blanco cremoso, antes de volverse verde gradualmente en la etapa de Kimri. Dentro de cada una de las etapas se consideran días después de la polinización ó semanas transcurridas, que pueden variar según el cultivar (Al-Alawi et al., 2017).



**Figura No. 6.** Muestra la curva de crecimiento de dátil cultivar Medjool, cultivado bajo las condiciones agroclimáticas del Noroeste de México. Fuente: Datos no publicados (Salomón-Torres et al., 2019).

En la primera etapa de crecimiento (Kimri), el fruto es pequeño, verde, con una textura dura, caracterizada por un rápido crecimiento. En su segunda etapa (Khalal), la fruta alcanza su tamaño máximo y comienza a cambiar su color verde a amarillo o rojo. La tercera etapa (Rutab) se caracteriza por la pérdida de peso y humedad, convirtiéndose la fruta en un color marrón. En su última etapa (Tamar), la fruta está madura, pierde la mayor parte de su humedad, su color es marrón y está próxima para ser cosechada (Aleid, 2012).

#### **6.4 Características nutricionales del dátil cultivar Medjool.**

El fruto de la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) contiene 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 el mesocarpio, 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, anticáncer y antiviral (Assirey, 2015; Salomón-Torres et al., 2018).

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, fosforo, hierro y zinc, siendo el potasio y magnesio promotores en la disminución de la presión arterial y mejoramiento de la función cardiaca (Salud eficaz, 2016).

Un estudio desarrollado en México, cuantificó las principales características físicas, nutricionales, fitoquímicas y antioxidantes del fruto y semilla del dátil cultivar Medjool, cultivado en el Ejido Jiquilpan en el Valle de Mexicali (Salomón-Torres et al. 2019), las cuales se describen en las Tablas Nos.1 y 2:

**Tabla No. 1.** Características físicas del fruto y semilla del dátil cultivar Medjool cultivado en México (Salomón-Torres et al., 2019).

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.

**Tabla No. 2.** Composición proximal de la pulpa y semilla del dátil cultivar ‘Medjool’ cultivado en México (%) (Salomón-Torres et al., 2019).

Componente	Pulpa	Semilla
Humedad <sup>1</sup>	25.81 ± 1.43	2.06 ± 0.65
Proteína <sup>2</sup>	3.14 ± 0.21	4.84 ± 0.42
Lípidos <sup>2</sup>	0.75 ± 0.05	9.94 ± 0.08
Fibra <sup>2</sup>	6.34 ± 1.47	66.79 ± 3.50
Ceniza <sup>2</sup>	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.

<sup>1</sup>Expresado en base a peso fresco.

<sup>2</sup>Expresado en base a peso seco.

El dátil es una excelente fuente de energía (Tabla No. 3), 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; Punia & Vinita, 2016; Bouhlali et al., 2017), siendo sus resultados más significantes, la composición química, contenido de azúcares, minerales y actividad antioxidante.

**Tabla No. 3.** Contenido de azúcares en la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool, cultivado en México (% peso seco) (Salomón-Torres et al., 2019).

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 <sup>1</sup>	330.83	120.48

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

<sup>1</sup>Expresado en Kcal/100 g.

Los ácidos grasos están presentes en la pulpa y semilla del dátil (Tabla No. 4). Un estudio encontró que el perfil de ácidos grasos está compuesto por 67% y 32%, así como 59% y 40% de ácidos grasos insaturados y saturados en la pulpa y en la semilla respectivamente (Achour, Hammami, Saafi, Trigui & Thabet, 2008).

**Tabla No. 4.** Composición de ácidos grasos en la pulpa y semilla del datil cultivar Medjool, cultivado en México (%) (Salomón-Torres et al., 2019).

Componente	Pulpa	Semilla
Caprylic (C8:0)	-	0.27 ± 0.01
Capric (C10:0)	-	0.36 ± 0.01
Lauric (C12:0)	-	17.24 ± 0.19
Myristic (C14:0)	-	10.72 ± 0.24
Palmitic (C16:0)	6.75 ± 0.04	10.76 ± 0.13
Palmitoleic (C16:1)	-	0.07 ± 0.001
Margaric (C17:0)	-	0.06 ± 0.002
Stearic (C18:0)	3.98 ± 0.04	4.79 ± 0.12
Oleic (C18:1)	52.34 ± 0.30	45.92 ± 0.68
Vaccenic (C18:1)	4.8 ± 0.55	-
Linoleic (C18:2)	30.56 ± 0.41	9.06 ± 0.01
Eicosanoic (C20:0)	0.65 ± 0.01	0.45 ± 0.02
Eicosenoic (C20:1)	-	0.21 ± 0.02
Gondoic (C20:1)	0.92 ± 0.03	-
TOTAL	100	99.91

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

El contenido de minerales para a pulpa y semilla del dátíl cultivar Medjool se muestra en la Tabla No. 5, donde se observa que el elemento más abundante es el potasio para ambos parámetros.

**Tabla No. 5.** Contenido de minerales para la pulpa y semilla del dátíl cultivar Medjool, cultivado en México (mg/100 g, peso seco) (Salomón-Torres et al., 2019).

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.

**Tabla No. 6.** Contenido de fenoles totales y actividad antioxidantes de la pulpa y semilla del dátil cultivar Medjool, cultivado en México (Salomón-Torres et al., 2019).

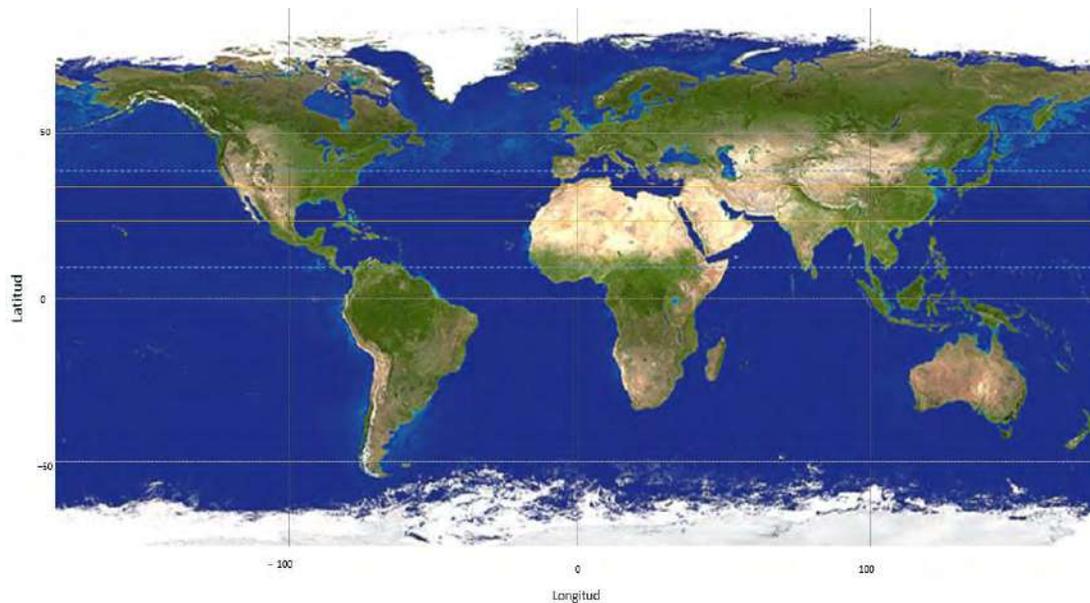
Componente	Contenido Total Fenólico (mg GAE/100 g, DW)	$\beta$ – Caroteno (%)	DPPH (IC <sub>50</sub> g/L)	ABTS (IC <sub>50</sub> g/L)
Pulpa	1.16 ± 0.006	65.50 ± 5.47	0.079 ± 0.014	13.72 ± 0.647
Semilla	13.73 ± 0.68	47.75 ± 7.20	0.0046 ± 0.002	0.238 ± 0.045

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

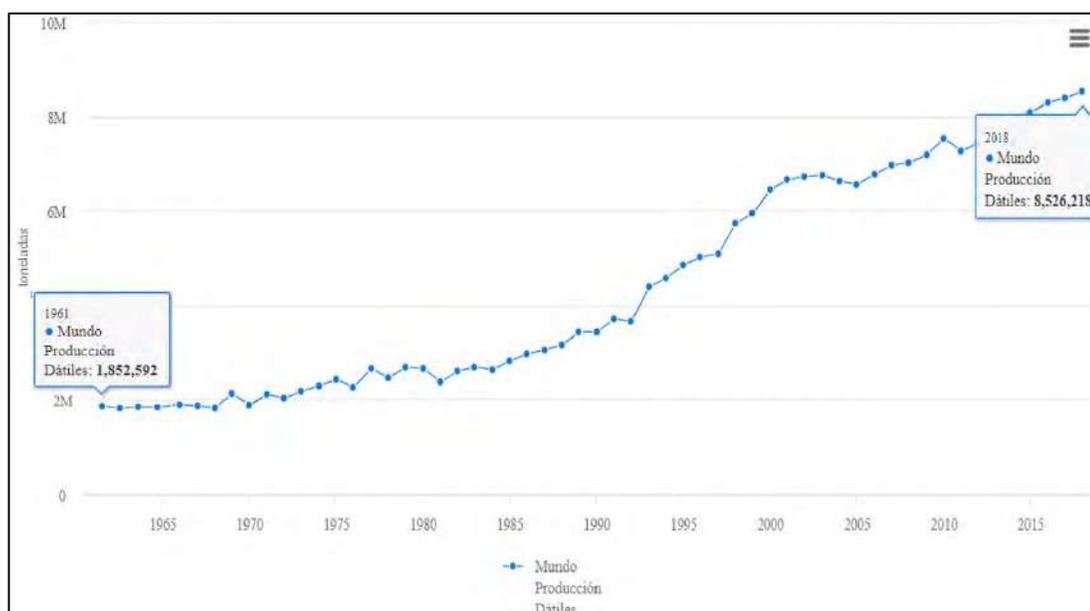
## 6.5 Producción de la palma datilera.

El dátil, aunque no es un alimento básico por definición como lo son el trigo, el maíz, el arroz ó las papas, este fruto ha jugado este papel en algunos países, debido a la ausencia de otros productos. Derivado de los beneficios para la salud otorgados por esta fruta, existe un gran interés en el dátil como fuente de alimento, ya que este es el ingrediente principal en la preparación de varios alimentos (Barreveld, 1993).

La palma datilera es una fruta básica en muchas regiones áridas y semiáridas del Medio Oriente y África del Norte (Al-Yahyai, Assaha, Kharusi & Yaish, 2017). 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 (Figura No. 7).



**Figura No. 7.** El cinturón geográfico de las mayores zonas productores de dátil en el mundo se encuentra entre las coordenadas 24°N y 34°N (Línea continua en color amarillo). 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) (FAO, 2020).



**Figura No. 8.** Producción mundial datilera de 1961 a 2018 (FAO, 2020).

De acuerdo con datos oficiales de la FAO del 2018, la Tabla No. 7 nos revela los países productores de dátíl, resaltando los países del Norte de África y del Medio Oriente (FAO, 2020).

**Tabla No. 7.** Producción mundial datilera para el año 2018.

No.	País productor	Toneladas
1	Egipto	1'562,171
2	Arabia Saudita	1'302,859
3	Irán (República Islámica del)	1'204,158
4	Argelia	1'094,700
5	Iraq	614,584
6	Pakistán	471,670
7	Sudán	440,871
8	Omán	368,808
9	Emiratos Árabes Unidos	345,119
10	Túnez	241,333
11	Libia	176,229
12	China	158,294
13	China, Continental	158,294
14	Marruecos	111,701
15	Kuwait	96,656
16	Yemen	48,108
17	Israel	44,580
18	Estados Unidos de América	37,240
19	Turquía	35,577
20	Qatar	29,012
21	Mauritania	22,049
22	Chad	21,364
23	Jordania	19,588
24	Níger	19,537
25	Somalia	13,785
26	Albania	13,423
27	Bahrein	10,682
28	México	8,946
29	Palestina	3,508
30	República Árabe Siria	3,000
31	España	1,638
32	Benin	1,439
33	Kenya	1,144
34	Malí	717
35	Camerún	635
36	Namibia	357
37	Eswatini	312
38	Perú	274
39	Djibouti	117
40	Colombia	33

Actualmente México es el tercer mayor exportador del dátil cultivar Medjool después de Israel y los Estados Unidos. Asimismo, es el segundo mayor productor del continente americano después de la producción que reporta Estados Unidos (Figura No. 9).



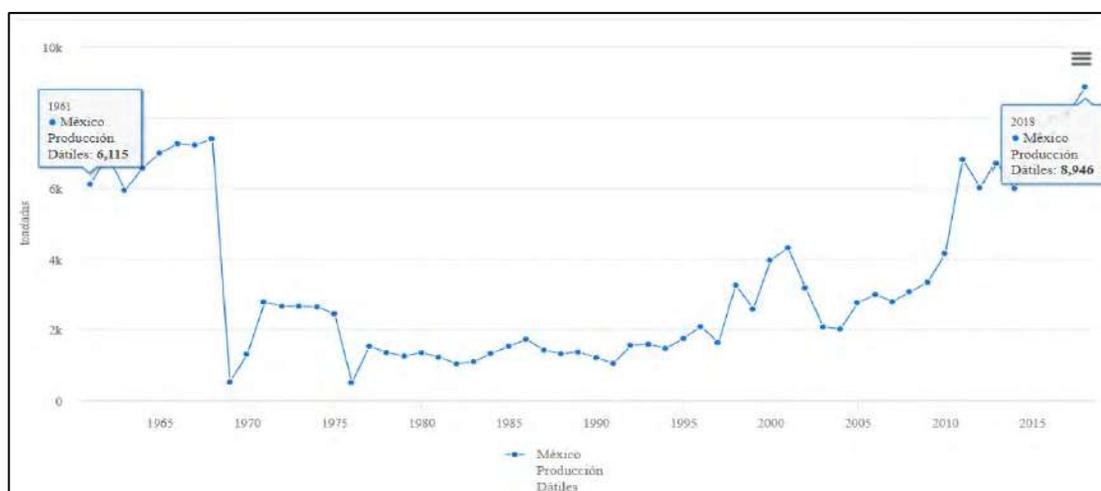
**Figura No. 9.** Principales áreas de cultivo de dátil en los Estados Unidos y México. Las áreas dentro de California se muestran en verde, dentro de Arizona en azul, dentro de Sonora en naranja y dentro de Baja California en rojo. No se muestran áreas menores dentro del Condado de Indio, CA, Baja California Sur y Coahuila (Wright, 2016).

A nivel nacional de acuerdo a datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquero (SIAP), para el 2018 en México se tiene reportada una superficie total sembrada de palma datilera de 2,922.70 hectáreas (SIAP, 2020), donde los principales Estados productores del fruto de la palma datilera son: Sonora en primer lugar, con una superficie de 881.00 hectáreas cosechadas, de una superficie de 1,201.00 hectáreas sembradas. En segundo lugar, el Estado de Baja California con una superficie de 408.50 hectáreas cosechadas, de una superficie de 1,388.70 hectáreas sembradas. En tercer lugar, el Estado de Baja California Sur con una superficie de 278.00 hectáreas cosechadas, de una superficie de 318.00 hectáreas sembradas. En cuarto lugar, se ubica el Estado de Coahuila, con una superficie de 5.00 hectáreas cosechadas, de una superficie de 15 hectáreas sembradas (Tabla No. 8).

**Tabla No. 8.** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2018 (SIAP, 2020).

Entidad Federativa	Superficies			Producción Ton.	Rendimiento (udm/ha)	PMR \$/UDM	Valor de Producción (Miles de pesos)	Porcentaje por Estado
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada					
Baja California	1,388.70	408.50	0.00	3,045.29	7.45	62,780.56	191,185.01	47.51 %
Baja California Sur	318.00	278.00	0.00	476.20	1.71	39,175.46	18,655.35	10.88 %
Coahuila	15.00	5.00	0.00	8.50	1.70	50,000.00	425.00	0.51 %
Sonora	1,201.00	881.00	0.00	5,415.70	6.15	44,054.39	238,585.38	41.10%
Total	2,922.70	1,572.50	0.00	8,945.69	5.69	50,175.08	448,850.74	100.00 %

Asimismo, los Estados de Sonora y Baja California, produjeron el 60.53% y el 34.04%, en toneladas respectivamente, lo cual que representa el 95% de la producción nacional (Figura No. 10). Baja California Sur produjo el 5.32%, mientras que Coahuila aportó el 0.09% de la producción total.



**Figura No. 10.** Producción de datilera en México, 1961 a 2018 (FAO, 2020).

El cultivo comercial de dátil en México se ha expandido en las recientes décadas (Figura No. 11), 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. La Asociación Mexicana del Dátil (AMED) y el Sistema Producto Dátil de Baja California, aglomeran más de 100 empresas productoras de dátil en Mexicali, B.C., mientras que, en San Luis Río Colorado, apenas empiezan a organizar el Sistema Producto Dátil para Sonora.



**Figura No. 11.** Las áreas en rojo representan plantaciones comerciales con variedades de dátil elite. Las en azul, son plantaciones con cultivos criollos de dátil (Salomón-Torres et al., 2019).

## 6.6 Bioestimulantes y Reguladores de Crecimiento Vegetal (RCV).

En la literatura científica, hay varias definiciones de la palabra Bioestimulante estudiadas por muchos investigadores como Kauffman et al., (2007), du Jardin, (2012), Calvo et al., (2014), du Jardin (2015) y Halpern et al., (2015). La siguiente definición es propuesta por duJardin, (2012) y validada por el Consejo Europeo de la Industria de Bioestimulantes (EBIC, 2012): Los bioestimulantes de plantas contienen sustancia(s) y/o microorganismos cuya función cuando se aplica a las plantas o la rizosfera, es estimular procesos naturales para mejorar/beneficiar la absorción de nutrientes, la eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo. Esta definición considera las funciones agrícolas de los bioestimulantes, no en la naturaleza de sus componentes o en sus modos de acción (du Jardin, 2015).

En general, estos productos se derivan de una gama increíblemente diversa de materiales biológicos e inorgánicos, que incluyen fermentaciones microbianas de materia prima animal ó vegetal, cultivos microbianos vivos, macro y microalgas, hidrolizado de proteínas, sustancias húmicas y fúlvicas, composta, abonos, alimentos y desechos industriales, que son preparados mediante procesos de fabricación industrial muy divergentes (Tarantino et al., 2015).

Hoy en día, el uso de bioestimulantes está aumentando en la agricultura porque estos productos promueven la absorción de nutrientes, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, mejoran el rendimiento cuantitativo en la mayoría de los casos. Los mecanismos detrás de los efectos fisiológicos y bioquímicos de los bioestimulantes, aún se desconocen (Tarantino et al., 2015).

Sin embargo, Brown & Saa, (2015), sugirieron que los bioestimulantes benefician la productividad de la planta al interactuar con los procesos de señalización de la planta, reduciendo así la respuesta negativa de la planta al estrés. Esta hipótesis reconoce la riqueza de investigaciones recientes, que demuestran que la respuesta de la planta al estrés está regulada por moléculas de señalización, que pueden ser generadas por la planta o sus poblaciones microbianas asociadas (Vandenkoornhuyse et al., 2015).

Se ha identificado el efecto beneficioso de los aminoácidos en varias plantas de cultivo, incluida la eficiencia de asimilación de nutrientes, esencialmente hierro y nitrógeno (Cerdán et al., 2009). Asimismo, esta categoría de bioestimulantes actúa sobre el proceso de tolerancia de las plantas al estrés abiótico (Ertani et al., 2013).

Algunos estudios en cultivos perennes han demostrado el efecto beneficioso de los bioestimulantes de las plantas sobre el crecimiento, el desarrollo y la tolerancia al estrés abiótico (Disciglio et al., 2014). En cultivos hortícolas, Tarantino et al., (2015) informaron que los cultivares de albaricoque (*Prunus armeniaca* L.) "Canino" y "Farbaly" respondieron positivamente a la aplicación foliar de algunos bioestimulantes comerciales, que contienen aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos.

En Egipto, algunos investigadores (Abdel et al., 2017), obtuvieron un efecto positivo de los bioestimulantes en el cultivo de palmera datilera (aclimatación etapa, crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del fruto).

La utilización de los insumos en la producción de alimentos, especialmente los agroquímicos y de igual manera la fertilización química, en muchas ocasiones no se tiene en consideración. El cuidado necesario con el medio ambiente y la falta de conciencia ecológica y sustentable, provoca que muchos agro-ecosistemas se contaminen (Chalfoun, 2007). Además, las enfermedades microbianas, los insectos y las malezas se han vuelto más resistentes a pesticidas y herbicidas químicos (Souza et al., 2006).

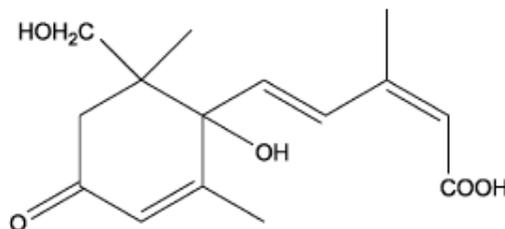
Para contrarrestar los daños ecológicos, que por participación antropogénica se causaron al medio ambiente a causa de la explotación agrícola, se deben implementar metodologías y conocimientos que ayuden a evitar más destrucción y daño.

La utilización de regulador de crecimiento vegetal tipo 1, en la producción de dátil, ayudará a cumplir el objetivo de no utilizar o de disminuir, la utilización de sustancias químicas no amigables con el medio ambiente, ya que el regulador no es un plaguicida, no presenta reactividad y el producto no es corrosivo (Agroenzymas, 2019).

Los extractos naturales, son una fuente rica y variada de productos bioactivos, que se han utilizado durante décadas en la agricultura (Crouch, 1990). Se consideran potenciales agentes bioticales y farmacéuticos (Ahmed y Ragab, 2002).

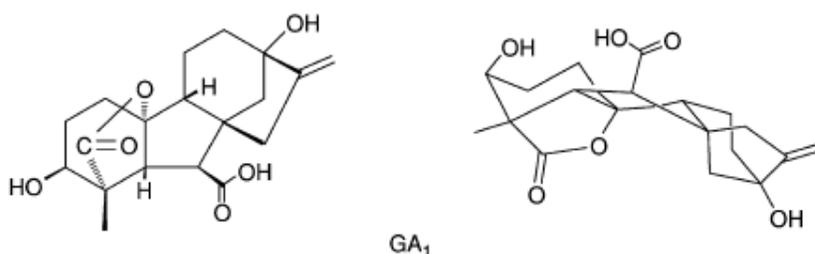
Los extractos, mejoran el crecimiento del cultivo a través de ciertos mecanismos, como la acción de fitohormonas auxinas, que son multifactoriales y los cuales se requieren para la división celular. Los gradientes finos determinan los puntos de cambio de desarrollo en el tiempo y el espacio, son moléculas de señalización móviles para coordinar el crecimiento e impulsar respuestas a señales ambientales.

Las giberelinas, promueven muchas facetas del crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo germinación y el desarrollo de semillas. Las citoquininas, identificadas como aromáticas y ácido abscísico (Figura No. 12) se relacionan con la germinación, división y movimiento celular, así como en la respuesta celular al estrés ambiental (Zhu, 2002). Los Macronutrientes (N, P y K), ciertos micronutrientes (Fe, Cu, Mo, Mn, Zn, Co y Ni) y otros metabolitos secundarios, tales como aminoácidos y vitaminas, son extractos que apoyan al crecimiento celular (Haider et al., 2012).



**Figura No.12.** Estructura química del Ácido Abscísico ABA (Kikuchi & Yazaki, 2005).

Las fitohormonas son sustancias químicas producidas por las plantas, principalmente caracterizadas por ejercer un efecto estimulador o inhibidor dependiendo de la concentración de la misma (Figura No. 13), además de actuar cada una en diversos órganos de la planta (Bari & Jones, 2009). En pequeñas cantidades partes por millón  $10^{-6}$  a partes por billón  $10^{-9}$ , regulan tanto la calidad como la cantidad de crecimiento y desarrollo, etapas de floración, maduración de frutos y la senescencia, como respuestas fisiológicas de la planta (Nemhauser et al., 2006).



**Figura No. 13.** Ejemplo de la estructura molecular de una Giberelina, Ga<sub>1</sub>, presentada en vista 2D y 3D. Alrededor de 136 agentes naturales, han sido encontrados en plantas y hongos hasta ahora (Kikuchi & Yazaki, 2005).

Algunas de ellas, tienen un valor dentro de las rutas metabólicas muy importantes, ya que actúan como cofactor indispensable para las enzimas específicas, que actúan sobre el metabolismo de los aminoácidos y los carbohidratos (Manzani-Lisboa et al., 2018).

El uso de reguladores de crecimiento de las plantas o biorreguladores en la agricultura, ha sido un medio para promover aumentos cuantitativos y cualitativos de la producción agrícola, ya que cuando estas sustancias se aplican directamente a las plantas, promueven cambios en los procesos vitales y estructurales, aumentando el contenido de sacarosa, además de los rendimientos de los cultivos (Caputo et al., 2007).

## 6.7 Definición y clasificación de los bioestimulantes.

El producto es un bioestimulante que consiste básicamente en un grupo de ingredientes que son utilizados con la finalidad de incrementar los procesos metabólicos de la planta. El término bioestimulante vegetal, se define al aprobarse el proyecto de la Ley Agrícola 2018, en Diciembre del mismo año en Estados Unidos (Neuschafer, 2019).

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2018), define ese término como "Una sustancia o microorganismo que cuando se aplica a semillas, plantas ó la rizosfera, estimula los procesos naturales para mejorar la absorción de nutrientes, la eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico o la calidad y rendimiento de los cultivos". Otra de las definiciones más aceptadas a nivel internacional es: Un bioestimulante vegetal es cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y / ó los rasgos de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes (du Jardin, 2015).

La Comisión Europea, en su documento de orientación sobre las sustancias activas botánicas utilizadas en productos fitosanitarios, define a como "sustancia activa botánica", a componentes que se encuentran en plantas y se obtienen sometiendo plantas ó partes de plantas de la misma especie, a un proceso como prensado, molienda, trituración, destilación y / o extracciones.

Los bioestimulantes se pueden clasificar en las siguientes categorías principales:

1. Ácidos húmicos y fúlvicos.
2. Hidrolizados de proteínas y otros compuestos que contienen N.
3. Extractos de algas marinas y botánicos.
4. Quitosano y otros biopolímeros.
5. Compuestos inorgánicos.
6. Hongos beneficiosos.
7. Bacterias beneficiosas.

En tal sentido, las hormonas vegetales son un grupo de moléculas pequeñas de naturaleza química diversa que controlan procesos, a través de una compleja red de señales hormonales que van desde el crecimiento y desarrollo de la planta (Tabla No. 9), hasta su respuesta frente al estrés biótico y abiótico (Suárez et al., 2012).

**Tabla No. 9.** Efectos de los bioestimulantes en la producción de cultivos, desde sus objetivos celulares en las plantas hasta las funciones fisiológicas de toda la planta, las funciones agrícolas / hortícolas y en última instancia, los beneficios económicos y ambientales esperados (du Jardin, 2015)

	<b>Ácidos húmicos</b>	<b>Extractos de algas</b>	<b>Hidrolizado de proteínas</b>	<b>Betaína glicina</b>	<b>Crecimiento vegetal que promueve las rizobacterias</b>
<b>Mecanismo celular (es decir, interacción con los componentes y procesos de la célula)</b>	Activar protones de membrana plasmática bombear ATPasas, promover el aflojamiento de la pared celular y el alargamiento celular en las zonas de maíz ( <i>Zea mays</i> ) (Jindo et al., 2012)	Los extractos de <i>Ascophyllum nodosum</i> estimulan la expresión de genes que codifican transportadores de micronutrientes (por ejemplo, Cu, Fe, Zn) en una capa de aceite ( <i>Brassica napus</i> ) (Billard et al., 2014)	El hidrolizado enzimático de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) estimula la enzima fenilalanina amoniaco-liasa (PAL) y la expresión génica, y la producción de flavonoides bajo estrés salino (Ertani et al., 2013)	Protege el fotosistema II contra el fotodaño inducido por la sal en la quinua (Shabala et al., 2012), probablemente a través de la activación de captadores de oxígeno reactivo (Chen y M. urata, 2011)	<i>Azospirillum brasilense</i> libera auxinas y activa las vías de señalización de auxinas involucradas en la morfogénesis de la raíz en el trigo de invierno ( <i>Triticum aestivum</i> ) (Dobbela et al., 1999)
<b>Función fisiológica (es decir, acción en procesos de toda la planta)</b>	Aumento de la línea de crecimiento de raíces, biomasa de raíces.	Aumento de las concentraciones de tejido y el transporte de la raíz al brote de micronutrientes.	Protección por flavonoides contra el daño por radiación UV y oxidativa (Huang et al., 2010)	Mantenimiento de la actividad fotosintética de las hojas bajo estrés salino.	Aumento de la densidad lateral de la raíz y la superficie de los pelos radiculares.
<b>Función agrícola / hortícola (es decir, rasgos de salida relevantes para el rendimiento del cultivo)</b>	Aumenta la capacidad de búsqueda de raíces, mejora la eficiencia en el uso de nutrientes	Composición mineral mejorada de los tejidos vegetales.	Mayor tolerancia de los cultivos al estrés abiótico (por ejemplo, sal)	Mayor tolerancia de los cultivos al estrés abiótico (por ejemplo, alta salinidad)	Aumenta la capacidad de búsqueda de raíces, mejora la eficiencia en el uso de nutrientes
<b>Beneficios económicos y ambientales (es decir, cambios en el rendimiento, calidad de los productos, servicios del ecosistema)</b>	Mayor rendimiento de los cultivos, ahorro de fertilizantes y menores pérdidas para el medio ambiente.	Valor nutricional mejorado, "biofortificación" de tejidos vegetales (mayor contenido en S, Fe, Zn, Mg, Cu)	Mayor rendimiento del cultivo en condiciones de estrés (por ejemplo, alta salinidad)	Mayor rendimiento del cultivo en condiciones de estrés (por ejemplo, alta salinidad)	Mayor rendimiento de los cultivos, ahorro de fertilizantes y menores pérdidas para el medio ambiente.

Los reguladores de crecimiento se pueden clasificar en base a una estructura molecular y su actividad a nivel vegetal, otro aspecto es su efecto inhibitor o estimulante. Algunos de los reguladores más usados para lograr el desarrollo y crecimiento vegetal se muestran en la Tabla No. 10.

**Tabla No. 10.** Cada uno de estos reguladores requiere para su síntesis de manera natural diferentes precursores que generalmente son obtenidos del medio en el que las plantas se desarrollan. En ocasiones dichos precursores se obtienen como parte del metabolismo secundario que otros microorganismos presentes en la rizosfera realizan para sobrevivir (Steven et al., 2019).

Fitohormona	Variedades Encontradas	Efecto a nivel vegetal	Efecto a nivel celular	Precursor orgánico
<b>Auxinas</b>	AIA AIB 2,4-D Ácido $\alpha$ - naftalenacético (NAA)(sintético)	Formación y elongación de tallos Producción de diferentes raíces adventicias Aumento de la dominancia apical	División y elongación celular. Diferenciación celular. Promoción división celular meristemática. Aumenta contenido osmótico celular. Aumenta permeabilidad celular. Aumento de producción proteica Disminución de la presión de la pared celular	L-Triptofano
<b>Giberelinas</b>	GA1 GA2 GA3	Aumenta el desarrollo de tejidos de manera constante Elongación de raíces, hojas jóvenes, floración. Alargamiento de segmentos nodales Participan en procesos de iniciación floral Vital en fertilidad de plantas masculinas y femeninas Induce germinación de semillas	Estimula elongación celular en respuesta a condiciones de luz y oscuridad. Promociona el crecimiento embrionario. Producida de manera endógena durante los procesos de germinación y desarrollo apical.	ent-Kaureno
<b>Citoquininas</b>	Kinetina Zeatina Benciladenina 4- hidroxifeniletíl alcohol	Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas. Estimulan desarrollo fotomorfo genico vegetal Estimula la generación de brotes axilares a nivel vegetal.	Pueden sustentar e iniciar la proliferación de tejidos vegetales madre. Permite producir una alta proliferación y división celular. Se produce con mayor abundancia en las células de los ápices radiculares.	Adenina
<b>Ácido abscísico</b>	No Presenta	Regula y mantiene la dormancia de las semillas. Estimula la maduración de semillas. Puede inhibir el proceso de germinación vegetal. Regula la transpiración celular (Estomas). Puede inducir la senescencia vegetal y floración vegetal.	Promociona la producción de tejidos zigotos. Tiene un fácil acceso a la membrana celular vegetal Sintetizado en tejidos jóvenes como el endodermo de plantas madre y en algunos tejidos vegetales de las semillas (Testa).	Isopentil Pirofosfato Carotenoides
<b>Ácido salicílico</b>	No presenta	Potencializa el crecimiento de la floración. Incrementa la longevidad floral. Control y protección de procesos de estrés.	Rol inhibitorio en la síntesis de etileno a nivel celular Control de actividad fotosintética Control de la conductividad de los estomas	Fenilalanina

		Mejora la tolerancia de la germinación a bajas temperaturas. Aumenta resistencia en ambientes de alta salinidad o sequía.		
<b>Poliaminas</b>	Cadaverina Putrecina Agmatina Espermidina Espermina	Promueve la elongación y desarrollo de la raíz. Promueve el desarrollo del sistema radicular primario, lateral y adventicio. Disminución del contenido de poliaminas puede causar la disminución de la elongación radicular.	Sintetizadas por medio de las células pertenecientes al sistema radicular. Involucradas en procesos de señalización de la transducción. Asociadas a procesos de proliferación y crecimiento de células vegetales.	Arginina
<b>Ácido Jasmónico y derivados</b>	Ester metálico de ácido jasmónico Ácido jasmónico	Regulación del desarrollo de órganos embrionarios. Regulación de la germinación de semillas. Regula la formación de raíces. Involucrados en la adaptación a procesos de estrés y fototropismos.	Regula el crecimiento y desarrollo celular. Importante función en la inmunidad vegetal. Su síntesis comienza en organelos vegetales como cloroplastos, mitocondrias y vacuolas. Inhibe la formación de callos. Involucrados en procesos de regulación de envejecimiento celular.	1) ácido 12-oxofitodienoico (OPDA) 2) ácidos grasos poliinsaturados
<b>Brasinoesteroides</b>	Brasinolida 25HB Catasterona Ponasterona	Controla el crecimiento de raíces. Regula la fotomorfogénesis. Diferenciación de estomas y sistema vascular. Promoción del vástago vegetal. Control y adaptación a factores de estrés.	Regulación del metabolismo. Señalización celular. Control de la elongación y división celular. Control de la inmunidad vegetal. Promociona la producción de etileno. Su síntesis comienza en el retículo endoplásmico.	Campesterol
<b>Etileno</b>	No presenta	Regula maduración y senescencia vegetal. Maduración de hojas, inicio de floración y frutos. Desarrollo de órganos sexuales. Puede mejorar las características de maduración de frutos	Capaz de ser producido por cualquier órgano vegetal. Potencializa la acción de auxinas, ácido abscísico y citoquininas. Puede inhibir la acción del ácido jasmónico y el ácido giberélico. Induce la reducción de ácidos nucleicos, la degradación de proteínas, disminución de la membrana celular. Induce la degradación de lípidos, peroxidación y ruptura de pigmentos en las hojas.	Metionina
<b>Estrigolactonas</b>	GR24 (sintético) Estrigol	Involucrado en respuestas adaptativas cuando se presenta deficiencia de fósforo y nitrógeno en el medio. Potencializa el desarrollo de raíces. Puede aumentar el desarrollo radicular cuando se combina con ciertas auxinas.	Controla el transporte de otras fitohormonas. Pueden inhibir la acción de las citoquininas. Control en el metabolismo de sustancias en el sistema radicular. Controla la regulación homeostática vegetal.	Carotenoides

# Capítulo VII

---

## Metodología

---

### 7.1 Descripción del área experimental.

Este experimento se realizó en una plantación perteneciente a la Empresa Corporativo RUVA, S. de R.L. de C.V. El sitio de estudio es un huerto de 15 hectáreas, con palmas de la variedad Medjool de 17 años de vida (Figura No. 14), ubicadas en “Rancho La Vaca” (32° 23' 5" N, 114° 53' 55" W, 45 MSNM) en el Valle de San Luis Río Colorado, Sonora.



**Figura No. 14.** Vista panorámica de la plantación con palmas de 17 años de edad. Fuente: Imagen propia.

El sistema de riego que se emplea es por inundación del terreno y se fertiliza en su mayoría con productos orgánicos. En el lugar se presentan temperaturas que van desde 48.27 °C como la máxima y una mínima -1.73°C. Existe una precipitación anual de 68.90 mm, velocidad de viento anual máxima 9.40 Km/h y mínima 0.76 Km/h, dirección del viento 320.7° y ráfaga de viento promedio de 13.8 Km/h, en el año 2017 (REMAS, 2017).

## 7.2 Selección de palmas y polinización.

Se seleccionaron aleatoriamente tres palmas femeninas de 17 años de edad y vigor, las cuales se encuentran plantadas con una distancia  $8 \times 8$  metros entre filas y plantas. El proceso de polinización fue llevado a cabo por el productor, utilizando su método tradicional, es cual consiste en la mezcla de polen al 50% con harina comercial de trigo, mismo que se esparce sobre la inflorescencia femenina entre los cinco y ocho días después de abierta la espata. Se consideraron 15 días después de este proceso para la primera aplicación del regulador de crecimiento vegetal tipo 1, entre las etapas Hababauk y Kimri (Al-Khayri, 2005) (Figura No. 15).



**Figura No. 15.** Proceso de preparación y aplicación del tratamiento. Fuente: Imagen propia.

### 7.3 Características fitoquímicas del producto utilizado.

Para este estudio se utilizó un producto con nombre comercial: “Agromil V” que en esencia es un líquido de extractos naturales que contiene fitohormonas (HCP) y vitaminas biológicamente activas (Craigie, 2011). Además del biorregulador de crecimiento, se utilizó también un producto coadyuvante de nombre comercial Agri break (Figura No. 16), el cual es un producto utilizado para aplicaciones foliares, que proporciona adherencia, humectación y ayuda a la penetración del líquido aplicado. Con la finalidad de evaluar la efectividad del biorregulador al combinarlo con el adherente, se realizaron aplicaciones con y sin producto adherente (Tabla No. 13).



**Figura No. 16.** Producto utilizado: A) Producto biorregulador y B) Coadyuvante adherente. Fuente: Imagen A (Agroenzymas, 2019), B (Agroquímica, 2015).

Los tratamientos y dosis de aplicación de los extractos de origen vegetal, se realizaron bajo los siguientes porcentajes por cada litro de agua destilada, descritos en las Tablas No.11 y No.12.

**Tabla No. 11.** Contenido de fitohormonas, vitaminas y adherente por litro aplicado.

<b>Fitohormonas Vitaminas</b>	<b>% / Lt</b>	<b>T1 1.0 mL/Lt</b>	<b>T2 1.0 mL/Lt + Adherente</b>	
<b>Citosininas</b>	81.90 ppm	0.0819 ppm	0.0819 ppm	1 mL
<b>Giberilinas</b>	31.00 ppm	0.031 ppm	0.031 ppm	
<b>Auxinas</b>	30.50 ppm	0.0305 ppm	0.0305 ppm	
<b>Ácido fólico</b>	0.92 ppb	0.00092 ppb	0.00092 ppb	
<b>Ac.pantoténico</b>	12.53 ppb	0.01253 ppb	0.01253 ppb	
Riboflavina	0.86 ppb	0.00086 ppb	0.00086 ppb	
Nicotinamida	0.16 ppb	0.00016 ppb	0.00016 ppb	
Colina	748.81 ppb	0.74181ppb	0.74181 ppb	
Niacina	84.56 ppb	0.08456 ppb	0.08456 ppb	
Tiamina	100.11 ppb	0.10011ppb	0.10011 ppb	
<b>Diluyentes</b>	22.20 %	0.0222	0.0222	

**Tabla No. 12.** Contenido químico del producto adherente por litro aplicado.

<b>AGRI BREAK</b>	<b>% / Lt</b>	<b>T2 1.0 mL/Lt + Agromil V</b>	
Alquilfenol Etoxilado	99%	0.099	1 mL
Polisiloxano Modificado de polieteres			
Propilen Glicol			
Ingredientes Inertes	1.0 %	0.001	

#### 7.4 Diseño experimental y tratamientos.

El experimento utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones, esto es tres inflorescencias denominadas espádices (racimos) para cada tratamiento en cada palma. Para cada palma seleccionada, se seleccionaron aleatoriamente cuatro grupos de tres racimos. En tres grupos de racimos se dejaron 50 espigas (hilos) con diversas combinaciones de adelgazamiento del racimo y un grupo más como tratamiento control (Tabla No. 13).

**Tabla No. 13.** Esquema de combinaciones de raleos y tratamientos en el racimo.

<b>Palma</b>	<b>Combinaciones de raleo en el Racimo (unidades Experimentales)</b>	<b>Tratamiento</b>
<b>Palma 1</b>	50 hilos con 10 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 10 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 10 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	50 hilos con 14 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 14 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 14 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	50 hilos con 18 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 18 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 18 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	Racimo con Raleo productor	Sin tratamiento (ST)
	Racimo con Raleo productor	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	Racimo con Raleo productor	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
<b>Palma 2</b>	50 hilos con 10 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 10 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 10 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	50 hilos con 14 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 14 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 14 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	50 hilos con 18 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 18 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 18 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	Racimo con Raleo productor	Sin tratamiento (ST)
	Racimo con Raleo productor	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	Racimo con Raleo productor	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)

<b>Palma 3</b>	50 hilos con 10 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 10 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 10 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	50 hilos con 14 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 14 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 14 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	50 hilos con 18 dátiles	Sin tratamiento (ST)
	50 hilos con 18 dátiles	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	50 hilos con 18 dátiles	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)
	Racimo con Raleo productor	Sin tratamiento (ST)
	Racimo con Raleo productor	Tratamiento Agromil (AGROMIL)
	Racimo con Raleo productor	Tratamiento Agromil + Adherente (AGR+ADH)

En las tres palmas seleccionadas, se les realiza la técnica de selección de hilos y raleo (Figura No. 18), para continuar posteriormente con la aplicación de los tratamientos.



**Figura No. 17.** Equipo de Aplicación de los tratamientos por pulverización, marca Trupper 3.0 litros. Fuente: Imagen propia.



**Figura No. 18.** Proceso de raleo. A) Selección y corte hilos. B) Técnica de raleo. C) Raleo terminado. D) Identificación de racimos. Fuente: Imágenes propias.

Para llevar a cabo las actividades de raleo ó adelgazamiento del racimo, para la aplicación de los tratamientos, se utilizó un equipo de elevación hidráulico propiedad de la empresa, así como herramientas comunes para el manejo y para recolección de productos (Figuras No. 19 y No. 20).



**Figura No. 19.** Equipo de elevación hidráulico y zarzo para recolección de frutos.  
Fuente: Imagen propia.



**Figura No 20.** Recolección de frutos en la última etapa de maduración (Tamar).  
Fuente: Imagen propia.

## 7.5 Aplicación de los tratamientos y muestreos.

Se llevaron a cabo cuatro rondas de aplicación de los tratamientos en cada palma, desarrollándose en las fechas que se indican en la Tabla No. 14. Asimismo, se realizaron seis muestreos conforme al calendario de toma de muestras indicadas en la tabla 14. Este consistió en la toma aleatoria de 10 frutos en cada racimo, el cual representa a cada tratamiento con el raleo definido en la Tabla No. 13.

**Tabla No. 14.** Esquema con fechas de aplicaciones y toma de muestras.

<b>Fecha</b>	<b>Aplicaciones</b>	<b>Toma de muestras</b>	<b>Cosecha</b>
<b>12 Abril 2019</b>			
<b>9 Mayo 2019</b>			
<b>11 Junio 2019</b>			
<b>11 Julio 2019</b>			
<b>9 Agosto 2019</b>			
<b>11 Septiembre 2019</b>			

Para mostrar la diferencia entre los tratamientos aplicados, en las diferentes etapas de maduración del fruto, se cuantificó el peso, longitud y diámetro del fruto, los cuales se realizaron con equipo del laboratorio de ciencias básicas de la Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica de San Luis Rio Colorado (Figuras Nos. 21 y 22).



**Figura No. 21.** Equipo de medición y primeros frutos al inicio etapa Kimri. Fuente: Imagen propia.



**Figura No. 22.** Proceso de registro: A) Calibración de pesa analítica. B) Pesaje de fruto y C) Toma de datos. Fuente: Imagen propia.

## 7.6 Análisis estadístico.

Con los datos obtenidos de las características físicas del fruto, se desarrolló un análisis de la varianza, en un diseño balanceado utilizado la prueba ANOVA de una vía. Las medias de la curva de crecimiento fueron analizadas por una comparación múltiple de medias con la prueba de TUKEY, con un nivel de significancia del 5% (Steel & Torrie, 1980). El análisis estadístico fue calculado utilizando la versión 16 del Software Estadístico MINITAB. Finalmente, los resultados serán expresados como valores medios, con su respectiva  $\pm$  desviación estándar.

# Capítulo VIII

---

## *Resultados y discusión*

---

### **8.1 Resultados.**

En este capítulo se muestran y se discuten los resultados obtenidos en el presente estudio. En una primera parte, de las secciones 8.1.1 a la 8.1.6 se presenta el efecto promediado en el crecimiento del fruto para los parámetros de peso, largo y ancho, por cada mes de muestreo, utilizando el bioestimulador, bioestimulador + adherente y el tratamiento del productor. De igual forma se presenta el efecto del adelgazamiento del racimo en diversas proporciones, contrastando contra el tratamiento del productor. En una segunda parte, en las secciones 8.2.1 a la 8.2.5 se discute sobre la curva de crecimiento en el fruto desde el mes de Abril y hasta Septiembre del 2019 para los parámetros de peso, largo y ancho, así como el efecto del adelgazamiento del racimo en el crecimiento. Finalmente se discute la viabilidad del uso de un bioregulador de crecimiento y se hace una comparación de resultados contra otro estudio similar.

#### **8.1.1 Primer muestreo (Mayo 2019).**

Para este primer análisis, se tomaron 10 muestras aleatoriamente de cada tratamiento (tres tratamientos: Agromil, Agromil + Adherente y Sin Tratamiento) para cada tipo de adelgazamiento en el racimo (cuatro diferentes tipos de adelgazamientos), esto es: 10 muestras  $\times$  3 tratamientos  $\times$  4 tipos de adelgazamiento = 120 frutos de muestra en total. De estas, combinando sus diversos tipos de adelgazamiento, se tomaron y promediaron

40 muestras para el tratamiento Agromil, 40 muestras para el tratamiento Agromil + Adherente y 40 muestras para el manejo Sin Tratamiento.

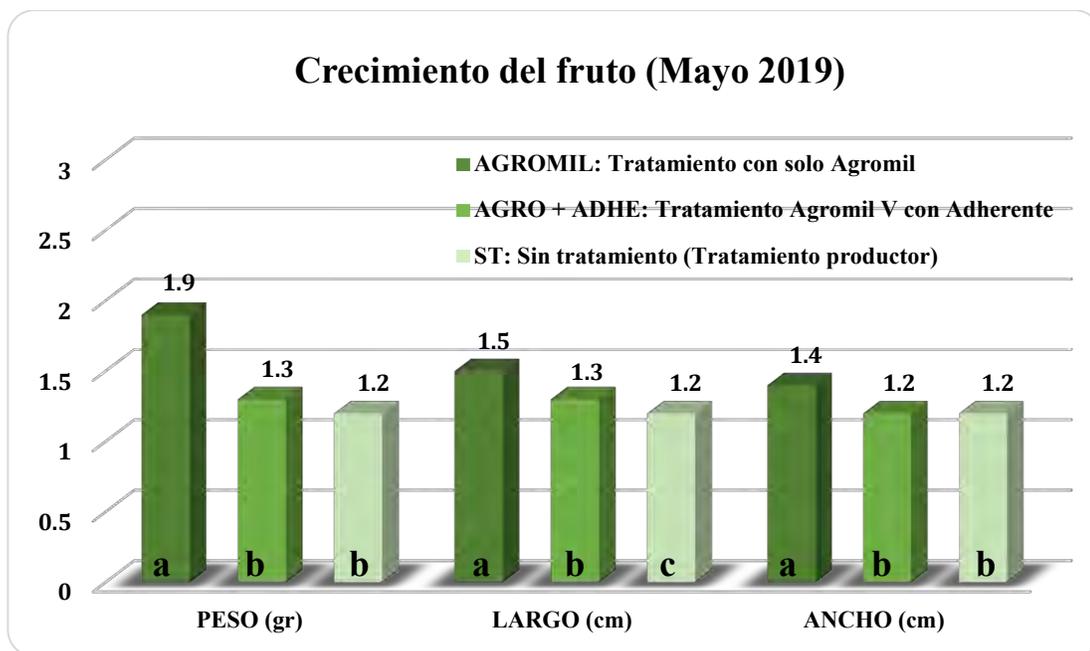
El análisis de la varianza se realizó con la prueba ANOVA al 95% de confianza, para los tres diferentes tratamientos.

El tratamiento Agromil observó el mayor resultado para el parámetro peso. Mientras que los tratamientos Agromil + Adherente y Sin Tratamientos, no presentan significancia estadística entre ambos. Por otro lado, existe una diferencia significativa entre el tratamiento Agromil comparado con los otros dos tratamientos (Figura No. 23).

Para el largo del fruto, el análisis de la varianza revela que el tratamiento Agromil, presenta el mejor resultado según se muestra en la Figura No. 23. En segundo lugar, el tratamiento Agromil + Adherente, mientras que en el tercer lugar, resultó el manejo Sin Tratamiento. Para el ancho del fruto, el valor más alto lo presenta el tratamiento Agromil, mientras que para los tratamientos Agromil + Adherente y el manejo Sin Tratamiento no existe diferencia significativa.

Finalmente, el análisis de la varianza revela una diferencia significativa entre el tratamiento Agromil, contra los tratamientos Agromil + Adherente y el manejo Sin Tratamiento.

Agromil resultó ser el tratamiento que presenta el mayor promedio para peso, largo polar y ancho ecuatorial en el fruto, para el muestreo del mes de Mayo, siendo estadísticamente significativo contra el resto de los tratamientos (Figura No. 23).

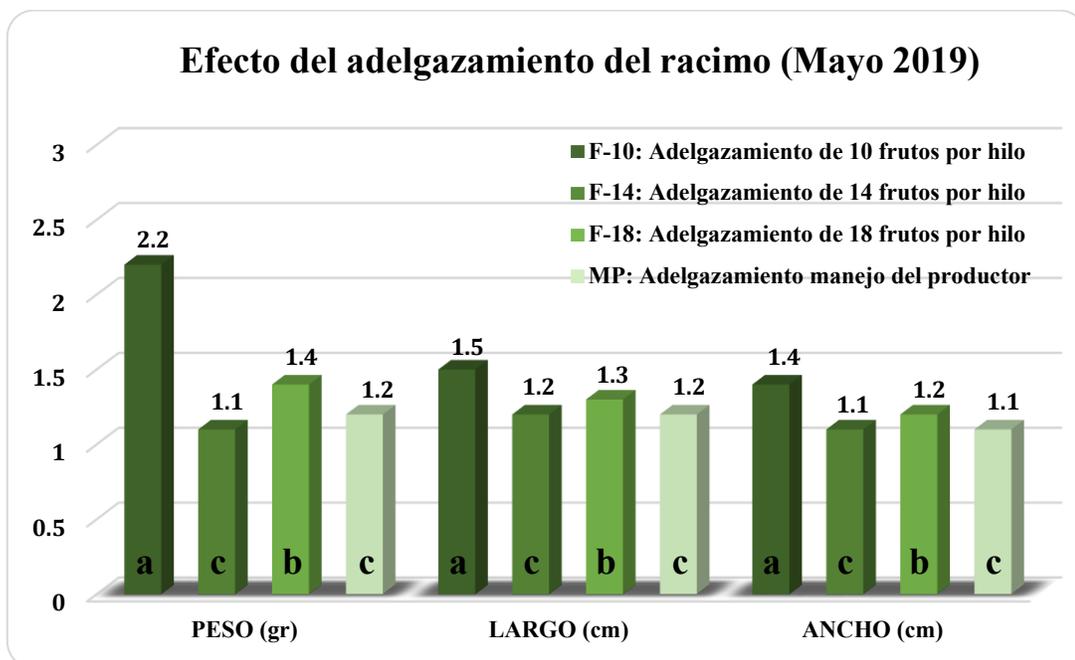


**Figura No. 23.** Comparación de crecimiento con tres tratamientos para el muestreo de Mayo 2019. Los valores arriba de cada grafica de barras, son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de probabilidad del 0.05.

El análisis de la varianza, para los diferentes tratamientos de raleo o adelgazamiento de frutos en los hilos del racimo para el mes de Mayo, revela que el tratamiento de diez frutos por hilo, para la variable dependiente peso, fue el que observo mejor resultado como lo muestra la Figura No. 24, siendo este tratamiento estadísticamente significativo contra el resto de los tratamientos. El segundo mejor tratamiento, resultó ser el efectuado en 18 frutos por hilo, siendo estadísticamente significativo contra los tratamientos de 14 frutos por racimo y el tratamiento efectuado por el productor.

Para la variable dependiente, largo polar, el análisis de varianza muestra al tratamiento de diez frutos por hilo es el tratamiento con mejor resultado, presentando una diferencia estadísticamente significativa contra el resto de los otros tratamientos. El segundo mejor tratamiento, resulto ser el hilo con 18 frutos, siendo significativo con el tratamiento de 14 frutos por hilo y el tratamiento del productor.

En cuanto al ancho ecuatorial, el análisis de varianza revela que el tratamiento de diez frutos por hilo es el que obtuvo el mejor promedio estadísticamente significativo. El segundo mejor tratamiento, corresponde a los hilos con 18 frutos, siendo significativo contra los tratamientos de 14 frutos por hilo y el utilizado por el productor.



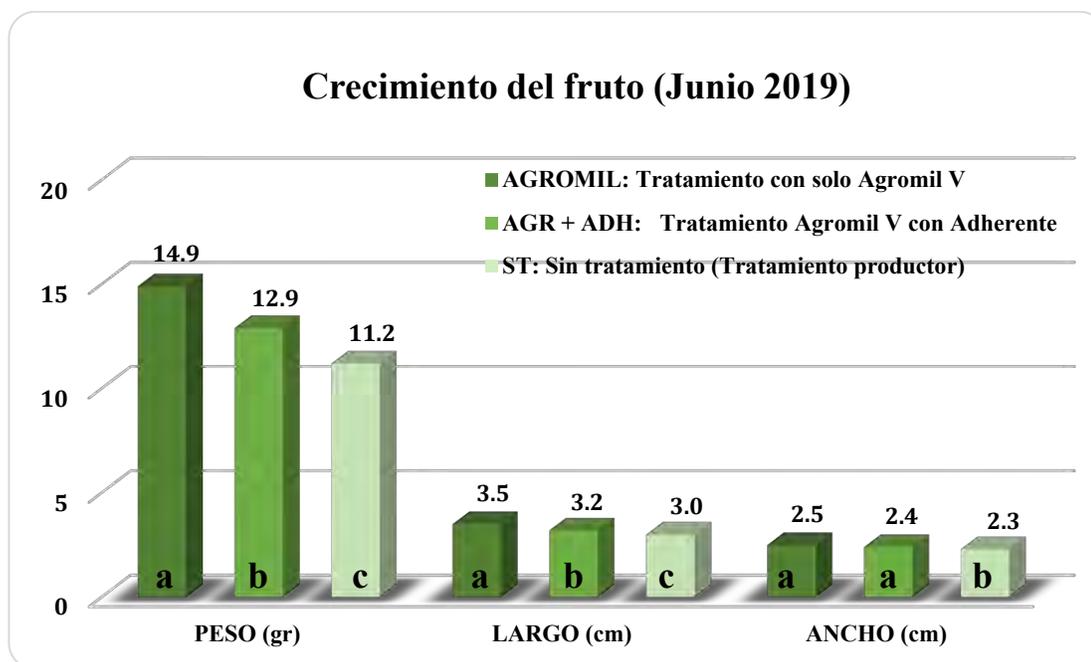
**Figura No. 24.** Comparación del efecto del adelgazamiento del racimo en el crecimiento del fruto, para el muestreo de Mayo del 2019. Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de significancia del 0.05.

Los resultados obtenidos en el primer muestreo para el mes de Mayo 2019, arrojan como mejor tratamiento el uso de Agromil y de raleo, el correspondiente a diez frutos por hilo, ya que causaron los mejores pesos y tamaños. Sin embargo, esta es la primera observación en su curva de crecimiento.

### 8.1.2 Segundo muestreo (Junio 2019).

El criterio para el segundo muestreo y su análisis de la varianza, fue el mismo que se describe en el primer párrafo de la sección 8.1.1.

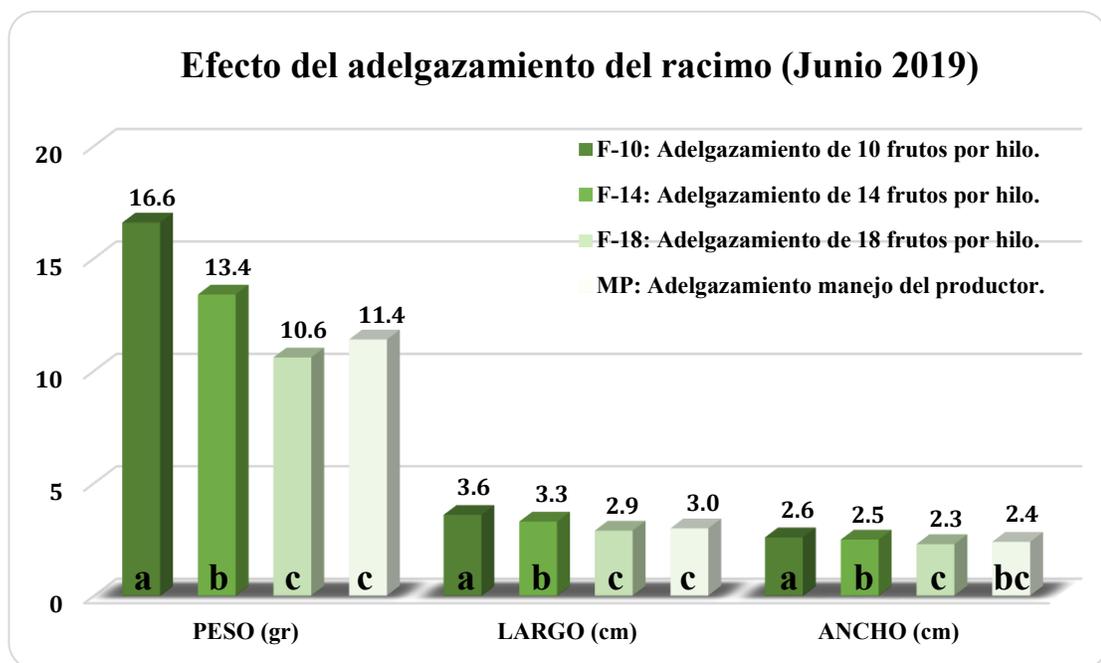
El tratamiento Agromil presentó el valor promedio más alto para los parámetros de Peso, Largo y Ancho, siendo estadísticamente significativo contra el resto de los tratamientos en los parámetros Peso y Largo. Sin embargo, para el parámetro Ancho, no fue significativo. Los tratamientos Agromil + Adherente y manejo del productor, presentan diferencia significativa entre sí, siendo el primero de ellos el segundo mejor tratamiento para los tres parámetros analizados (Figura No. 25).



**Figura No. 25.** Crecimiento del fruto Junio 2019. Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de significancia del 0.05.

El análisis de la varianza aplicada a los diferentes tratamientos de raleo en los racimos, para el muestreo del mes de Junio, muestra que el tratamiento de diez frutos por hilo, para los parámetros de Peso, Largo y Ancho, fue el que arrojó el mayor promedio, siendo estadísticamente significante contra el resto de los tratamientos.

El segundo mejor tratamiento en el raleo del fruto fue el aplicado a 14 frutos por hilo, mostrando significancia estadística en los parámetros de Peso y Largo contra los tratamientos de 18 fruto por hilo y el Manejo del Productor, con excepción del parámetro Ancho, el cual no fue significativo contra el tratamiento Manejo del Productor. El tratamiento Manejo del productor obtuvo los promedios más bajos, con la excepción del parámetro Ancho, mientras que tratamiento de 18 frutos por hilo, fue el que obtuvo el tercer mejor promedio (Figura No. 26).



**Figura No. 26.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de probabilidad del 0.05.

Los resultados obtenidos en el segundo muestreo aplicado en el mes de Junio 2019, arrojan como mejor tratamiento el uso de Agromil y para el caso de los raleos, el correspondiente a diez frutos por hilo, ya que causaron los mayores pesos y tamaños. Sin embargo, esta es la segunda observación en su curva de crecimiento.

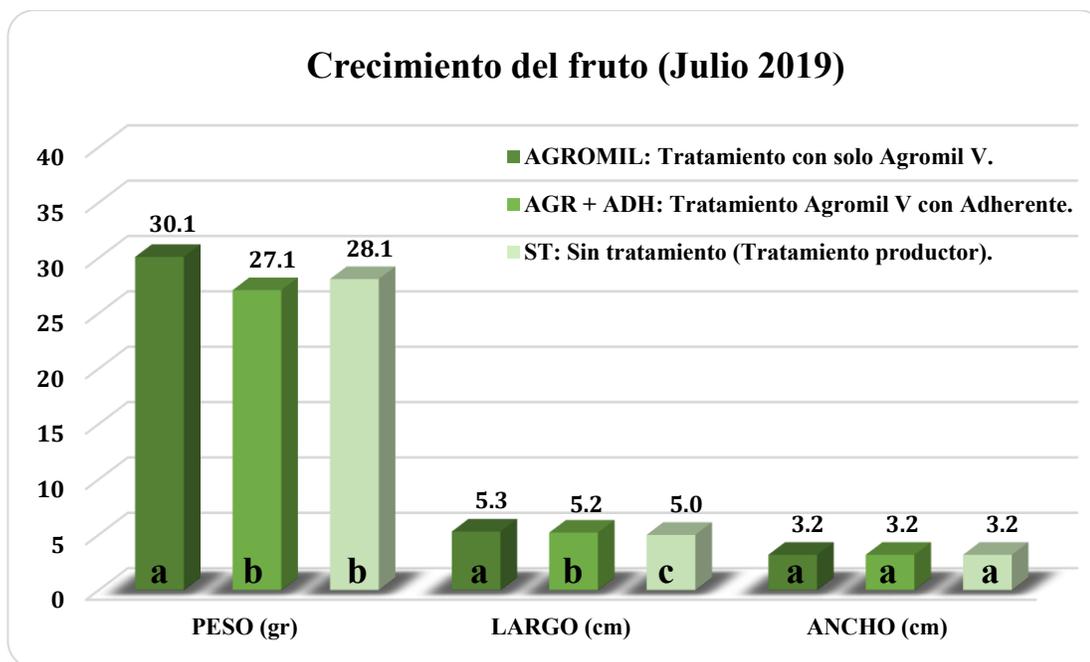
### **8.1.3 Tercer muestreo (Julio 2019).**

El criterio para el tercer muestreo y su análisis de la varianza, fue el mismo que se describe en el primer párrafo de la sección 8.1.1.

La prueba ANOVA, reveló que el tratamiento Agromil presentó el valor promedio más alto para los parámetros de Peso y Largo, siendo estadísticamente significativa contra el resto de los tratamientos.

Sin embargo, para el parámetro Ancho del fruto, todos los tratamientos arrojaron el mismo valor. El tratamiento Agromil + Adherente, presenta un promedio más alto que el Manejo del Productor para los parámetros Peso y Largo, sin embargo, no fue significativa para el parámetro Peso, pero si lo fue para el parámetro Largo.

El tratamiento Manejo del Productor, presento los promedios más bajos para los parámetros Peso y Largo, sin embargo, para el parámetro Ancho, fue igual que para el resto de los tratamientos (Figura No. 27).

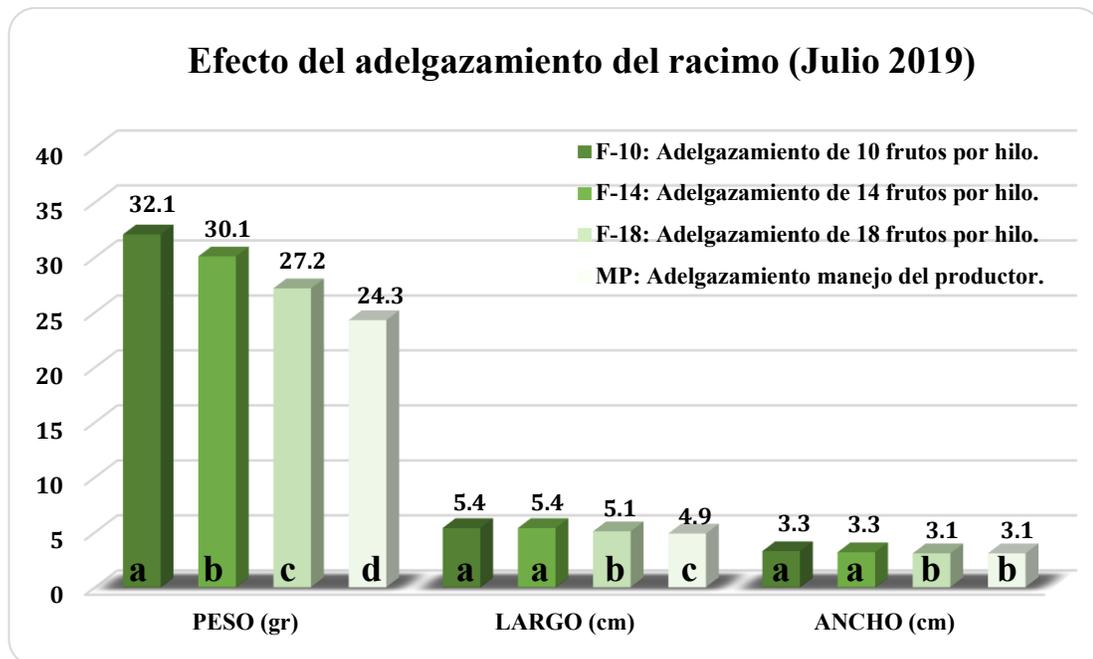


**Figura No. 27.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de significancia del 0.05.

La prueba ANOVA de una sola ruta, aplicada a los diferentes tratamientos de raleo en los racimos para el muestreo del mes de julio, muestra que el tratamiento de diez frutos por hilo para el parámetro de Peso, arrojó el mayor promedio, siendo estadísticamente significativo contra el resto de los tratamientos. Sin embargo, para las variables de Largo y Ancho del fruto, presentó el mismo promedio más alto que el tratamiento efectuado al racimo con 14 frutos por hilo, siendo ambos significantes contra el resto de los tratamientos en las variables de Largo y Ancho del fruto (Figura No. 28).

El segundo mejor tratamiento para la variable Peso, fue el raleo con 14 frutos por hilo, el tercero fue el raleo con 18 frutos y finalmente, el tratamiento Manejo del Productor, siendo todos los promedios significantes entre los cuatro tratamientos. Para la variable Largo del fruto, el segundo mejor tratamiento fue el raleo con 18 frutos y en última posición, fue el promedio arrojado por el Manejo del Productor.

Finalmente, para la variable Ancho del fruto, los tratamientos de 18 frutos por hilo y Manejo del Productor, presentaron el mismo promedio, siendo significantes contra los tratamientos de 10 y 14 frutos por racimo (Figura No. 28).



**Figura No. 28.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significantes en un nivel de probabilidad del 0.05.

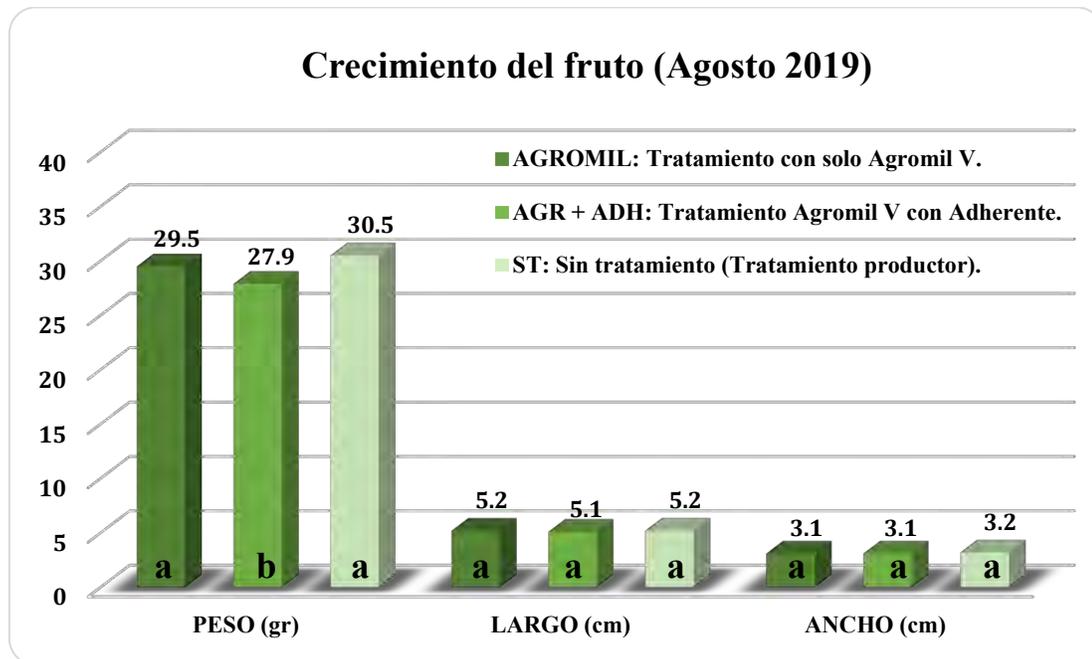
Para el muestreo realizado en el mes de Julio 2019, el análisis continúa mostrando al Agromil como el mejor tratamiento en todos los tratamientos. Sin embargo, a pesar de seguir teniendo el promedio más alto en todos los parámetros analizados, la curva de crecimiento del fruto, revela un crecimiento casi uniforme en las variables de Largo y Ancho, siendo incluso no significativo contra el segundo mejor tratamiento.

### 8.1.4 Cuarto muestreo (Agosto 2019).

El criterio para el cuarto muestreo y su análisis de la varianza, fue el mismo que se describe en el primer párrafo de la sección 8.1.1.

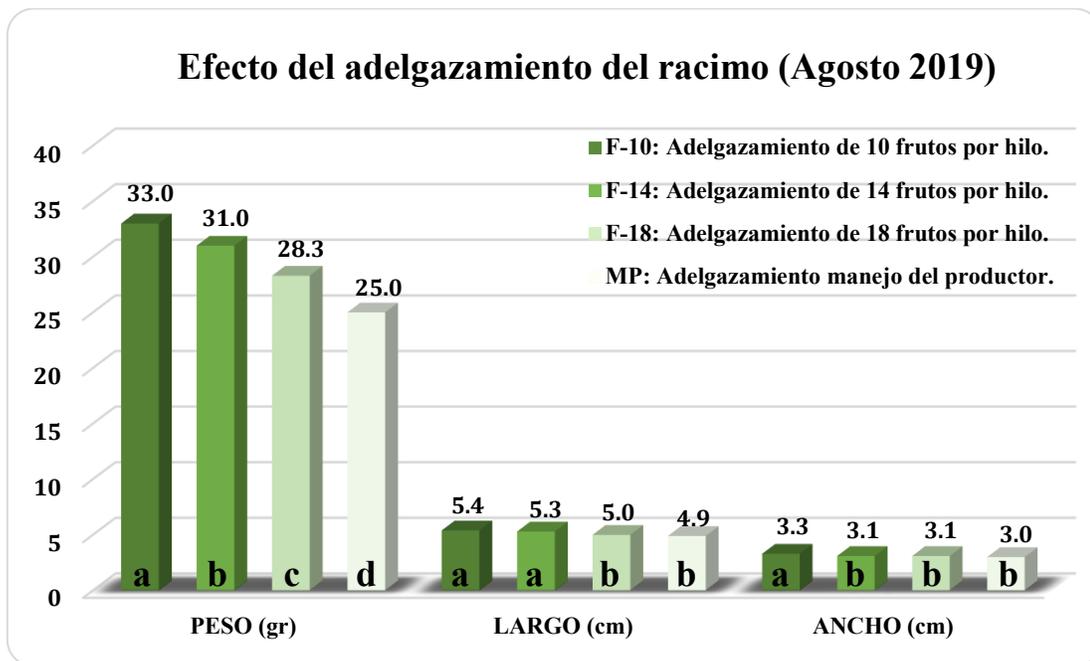
El análisis de la varianza muestra que el tratamiento Manejo del Productor (ST) presentó el valor promedio más alto para todos los parámetros, siendo estadísticamente significativo únicamente en el parámetro Peso contra el tratamiento Agromil + Adherente. Contra el resto de los tratamientos, se observa que no fue significativo. (Figura No. 29).

Es observable que en este punto de crecimiento, las muestras correspondientes al tratamiento Agromil, empezaron a perder peso, debido a que iniciaron su proceso de maduración, mientras que el fruto correspondiente al Manejo del Productor, se encontraba en su punto más alto de crecimiento.



**Figura No. 29.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de del 0.05.

El análisis de la varianza aplicada a los diferentes tratamientos de raleo en los racimos para el muestreo del mes de Agosto, muestra que el tratamiento de diez frutos por hilo presenta el promedio más alto para las todas las variables, no siendo significativa únicamente contra el tratamiento de 14 frutos por hilo en la variable Largo. La variable Peso fue la única que mostró significancia entre todos sus tratamientos. Para las variables Largo y Ancho sus promedios tendieron a aproximarse entre ellos y la significancia estadística se agrupó en dos partes (Figura No.30).



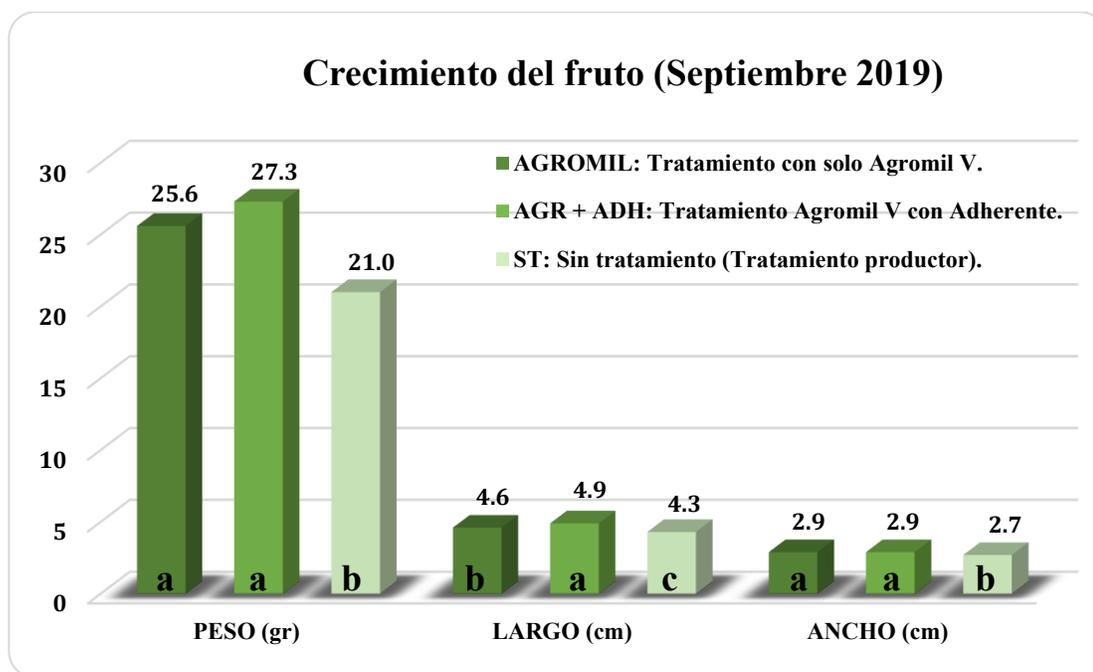
**Figura No. 30.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de del 0.05.

En la toma de muestras para el mes de Agosto 2019, el análisis revelo que al fruto que se aplicó el tratamiento Agromil empezó a madurar y a perder peso, antes que el resto de los tratamientos. Mientras que el análisis realizado a los tratamientos con raleos, sigue mostrando como mejor tratamiento el raleo a 10 frutos por hilo para el peso, sin embargo, para los parámetros de Largo y Ancho, tendieron a ser casi similares.

### 8.1.5 Quinto muestreo (Septiembre 2019).

El criterio para el quinto muestreo y su análisis de la varianza, fue el mismo que se describe en el primer párrafo de la sección 8.1.1.

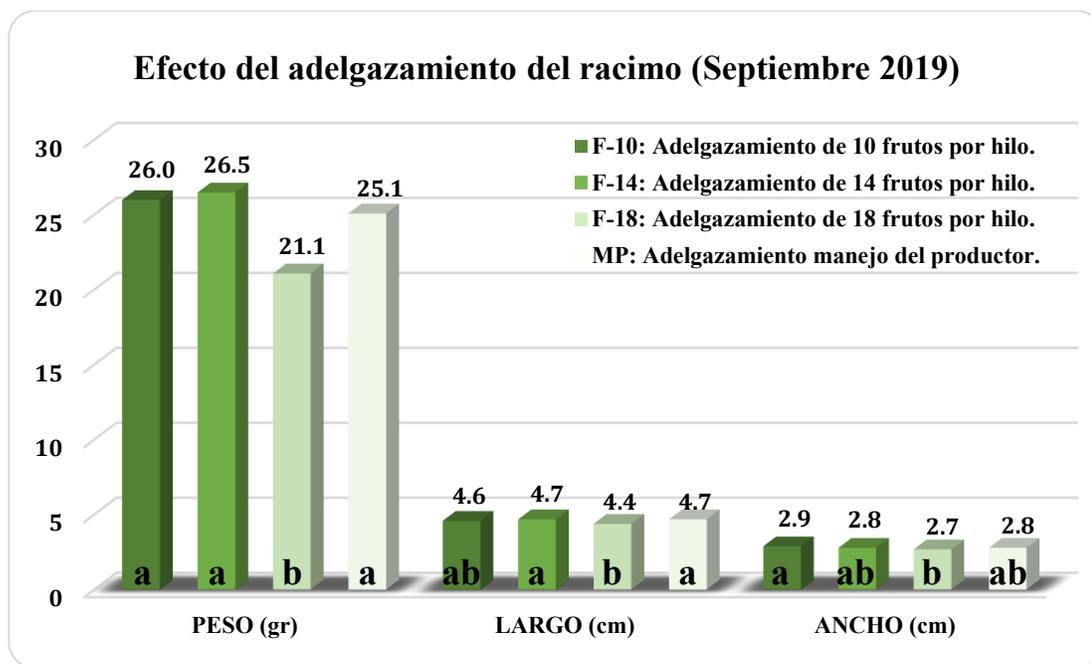
El tratamiento Agromil + Adherente presento el valor promedio más alto para los parámetros de Peso, Largo y Ancho, pero solo fue estadísticamente significativo contra el resto de los tratamientos en el parámetro de Largo del fruto. El tratamiento Agromil fue el segundo mejor promedio, siendo significativo contra el tratamiento Manejo del Productor, el cual obtuvo los promedios más bajos (Ver Figura No. 31).



**Figura No. 31.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de probabilidad del 0.05.

La prueba ANOVA de una sola ruta, aplicada a los diferentes tratamientos de raleo en los racimos para el muestreo del mes de Julio, muestra que el tratamiento de 14 frutos por hilo para el parámetro de Peso, arrojó el mayor promedio, pero no fue estadísticamente significativo contra los tratamientos de 10 y Manejo del Productor.

El tratamiento de 18 frutos por hilo, resultó ser el promedio más bajo. Para el parámetro de Largo del fruto, el tratamiento de 14 frutos por hilo y Manejo del Productor presentaron el promedio más alto, pero no fue significativo contra el tratamiento de 10 frutos por hilo. Para el parámetro de Ancho del fruto, el promedio más alto lo presentó del tratamiento de 10 frutos por hilo, pero no fue significativo contra el resto de los tratamientos (Figura No. 32).



**Figura No. 32.** Los valores son promedios de 40 muestras por cada tratamiento. Los tratamientos que comparten una misma letra, no son estadísticamente significativos en un nivel de probabilidad del 0.05.

En este último muestreo efectuado en el mes de Septiembre 2019, se cosecho el fruto del dátil y los tratamientos Agromil y Agromil + Adherente resultaron ser los que presentaron los promedios más altos para el Peso, Largo y Ancho en el fruto. Mientras que el análisis realizado a los tratamientos con raleos, revelaron que los adelgazamientos del racimo con 10 y 14 frutos por hilos, resultaron ser los mejores tratamientos para los parámetros de Peso, Largo y Ancho en el fruto.

### 8.1.6 Resultados por tratamiento y adelgazamiento realizado.

La Tabla No.15, muestra el efecto la curva de crecimiento del fruto (peso) del tratamiento “Solo Agromil”, en los cuatro diferentes tipos de adelgazamiento efectuado en las tres palmas seleccionadas. Se tomaron 10 muestras de cada tipo de adelgazamiento, obteniendo el promedio de su peso en gramos.

Se observa como inicialmente el adelgazamiento F10 representaba el mayor crecimiento, pero al momento de su cosecha resulto ser el fruto con el menor peso. Asimismo, el adelgazamiento F14, al momento de su cosecha representó el fruto con el mayor peso, bajo el efecto del tratamiento de “Solo Agromil”.

**Tabla No. 15.** Promedio de los muestreos realizados de Mayo – Septiembre 2019, utilizando el tratamiento de “Solo Agromil” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos efectuados en cada racimo.

Meses	F10	F14	F18	Manejo productor
Mayo <sup>a</sup>	2.44	1.07	1.9	2.13
Junio <sup>a</sup>	18.99	13.72	11.27	15.43
Julio <sup>a</sup>	32.85	30.52	28.27	28.70
Agosto <sup>a</sup>	32.93	33.79	37.16	34.84
Septiembre <sup>a</sup>	23.66	28.14	24.07	26.56

<sup>a</sup>Expresado en gramos con base a su peso fresco.

La Tabla No.16, muestra el efecto la curva de crecimiento del fruto (peso) del tratamiento “Agromil + Adherente” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamiento efectuado en las tres palmas seleccionadas. Se tomaron 10 muestras de cada tipo de adelgazamiento, obteniendo el promedio de su peso en gramos. Se observa como inicialmente el adelgazamiento F10 representaba el mayor crecimiento, pero al momento de su cosecha resulto en segundo lugar en peso. Asimismo, el adelgazamiento F14, al momento de su cosecha observó el fruto con el mayor peso, bajo el efecto del tratamiento de “Agromil + Adherente”.

**Tabla No. 16.** Promedio de los muestreos realizados de Mayo – Septiembre 2019, utilizando el tratamiento de “Agromil + Adherente” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos efectuados en cada racimo. Fuente: Tabla creación propia.

Meses	F10	F14	F18	Manejo productor
Mayo <sup>a</sup>	2.36	1.02	1.06	0.78
Junio <sup>a</sup>	16.05	15.47	9.76	10.48
Julio <sup>a</sup>	30.36	28.24	26.44	23.23
Agosto <sup>a</sup>	33.09	27.14	27.61	23.82
Septiembre <sup>a</sup>	27.08	28.74	26.75	26.51

<sup>a</sup>Expresado en gramos con base a su peso fresco.

La Tabla No.17, muestra el efecto la curva de crecimiento del fruto (peso) el manejo del productor “Sin tratamiento” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamiento efectuado en las tres palmas seleccionadas. Igual que en los casos anteriores, se tomaron 10 muestras de cada tipo de adelgazamiento, obteniéndose el promedio de su peso en gramos.

Se observa como el adelgazamiento F10 representó el mayor crecimiento en todas las etapas de medición. Asimismo, el adelgazamiento F14, al momento de su cosecha representó al fruto con el segundo mayor peso. El adelgazamiento F18 quedo en cuarto lugar con respecto al peso y finalmente el manejo del productor, sin definir el número de frutos por hilo (entre 12 a 16 dependiendo la abundancia del fruto en el hilo), quedo en tercer lugar de peso.

**Tabla No. 17.** Promedio de los muestreos realizados de Mayo – Septiembre 2019, utilizando el manejo del productor “Sin tratamiento” en los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos efectuados en cada racimo. Fuente: Tabla creación propia.

Meses	F10	F14	F18	Manejo productor
Mayo <sup>a</sup>	1.82	1.20	1.24	0.56
Junio <sup>a</sup>	14.73	11.01	10.76	8.13
Julio <sup>a</sup>	31.52	31.60	27.00	20.88
Agosto <sup>a</sup>	33.08	32.07	29.75	27.23
Septiembre <sup>a</sup>	27.33	22.62	11.79	22.33

<sup>a</sup>Expresado en gramos con base a su peso fresco.

## 8.2 Discusión.

En esta sección se discute la curva de crecimiento caracterizada en los muestreos realizados en la temporada de cultivo 2019, para el dátil cultivar Medjool en el valle de San Luis Río Colorado, Sonora, bajo el efecto de los tratamientos Agromil, Agromil + Adherente y Manejo del productor.

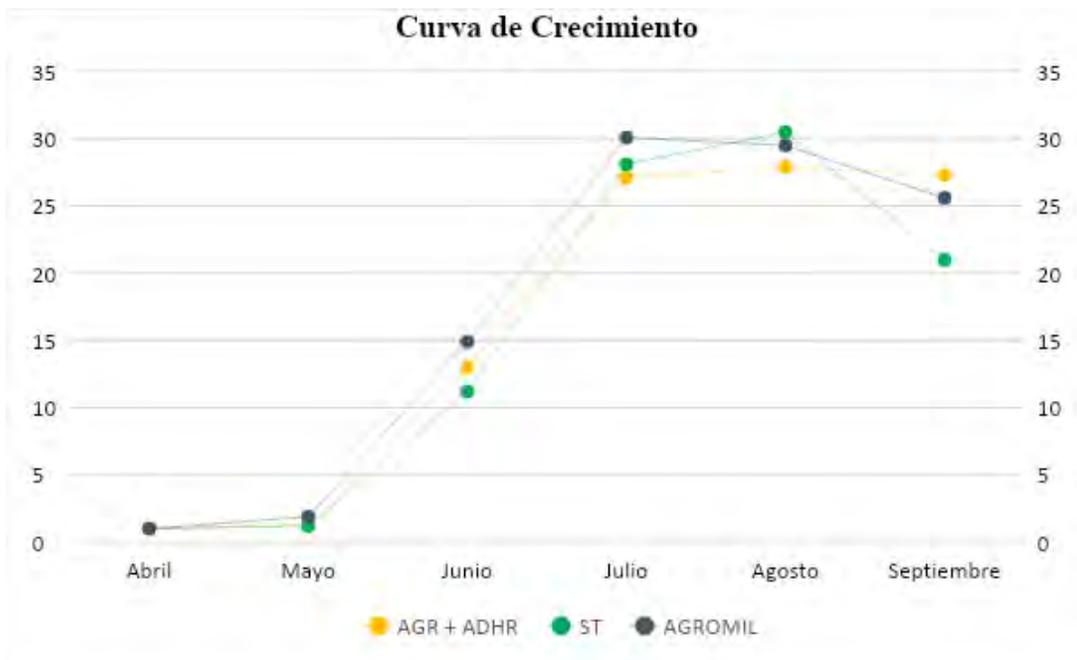
### 8.2.1 Efecto de los productos comerciales.

La Figura No. 33, muestra el efecto de los tres tratamientos utilizados en este estudio sobre la curva de crecimiento (Peso) del fruto del dátil cultivar Medjool en la temporada 2019. En ella se observa que a partir de las mediciones de Mayo y hasta Julio el crecimiento del tratamiento Agromil fue el más alto. Después de Julio empezó a perder peso debido a que empezó a madurar más rápido que el resto de los tratamientos, terminando con un peso promedio de 26.6 g (Figura No. 33).

El tratamiento Agromil + Adherente, crece en peso como el segundo mejor tratamiento hasta el mes de Junio, pero para los meses siguientes baja hasta el tercer lugar su crecimiento, empieza a madurar hasta el mes de Agosto y mantiene casi su peso hasta el tiempo de la cosecha, donde presentó el mayor porcentaje de peso de todos los tratamientos con 27.3 g (Figura No. 33). El tratamiento Manejo del Productor, mantuvo el peor promedio de crecimiento hasta Junio, tomando un segundo lugar en Julio, llegando a su pico de crecimiento hasta Agosto con 30.5 g, siendo el promedio más alto incluso que el tratamiento Agromil. Sin embargo, después de esto empezó a madurar, cayendo hasta el tercer lugar con un promedio de 21 g (Figura No. 33).

La Figura No. 33 revela que el tratamiento Agromil + Adherente logro el mejor promedio en peso del fruto de los tres tratamientos, sin embargo no fue significativo contra el tratamiento Agromil. Es observable que el crecimiento exponencial de este fruto entre los meses de Mayo a Julio (Figura No. 33).

El tratamiento Agromil empezó a madurar primero, perdiendo peso desde Julio, mientras que los tratamientos Agromil + Adherente y el Manejo del Productor, empezaron a madurar a partir del mes de Agosto, donde el primero de ellos perdió muy poco peso al madurar después de alcanzar su máximo tamaño, mientras que el tratamiento Manejo del Productor perdió 8.5 g de peso respecto al máximo peso logrado en su pico de crecimiento, siendo el porcentaje de peso más bajo de los tres tratamientos (Figura No. 33).



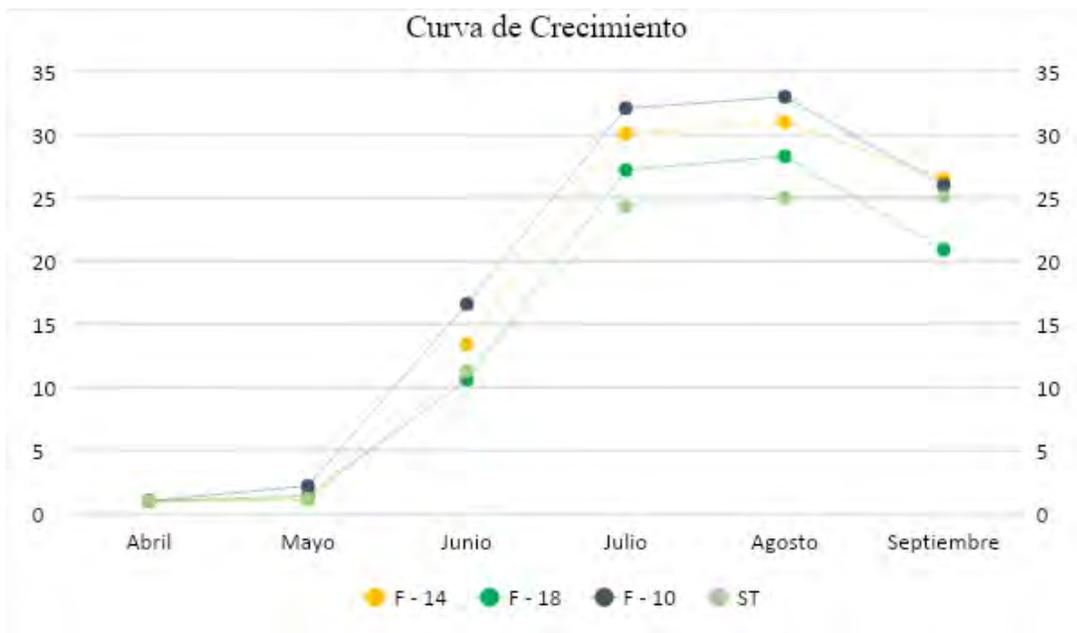
**Figura No. 33.** Desarrollo de la curva de crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool respecto a su peso promedio. Las observaciones están dadas en gramos.

### 8.2.2 Efecto del adelgazamiento del racimo.

Con respecto al efecto de los cuatro diferentes tipos de adelgazamientos del racimo que se efectuaron, la Figura No. 34 muestra su respectiva curva de crecimiento, comparando los tratamientos en el desarrollo del crecimiento del fruto del mes de Abril hasta su cosecha en el mes de Septiembre del 2019.

El tratamiento del adelgazamiento del racimo con 10 frutos por hilo, fue el tratamiento que mejor respuesta presentó con respecto al peso del fruto del dátil, alcanzando su pico de crecimiento en el mes de Agosto con 33 g, donde después empezó a madurar, cosechándose con un tamaño promedio de 26 g, siendo el segundo mejor promedio con una pequeña diferencia de 0.5 g del tratamiento con 14 dátiles por hilo, el cual obtuvo el promedio más alto con 26.5 g por fruto, pero no fue significativo respecto al segundo lugar (Figura No. 34).

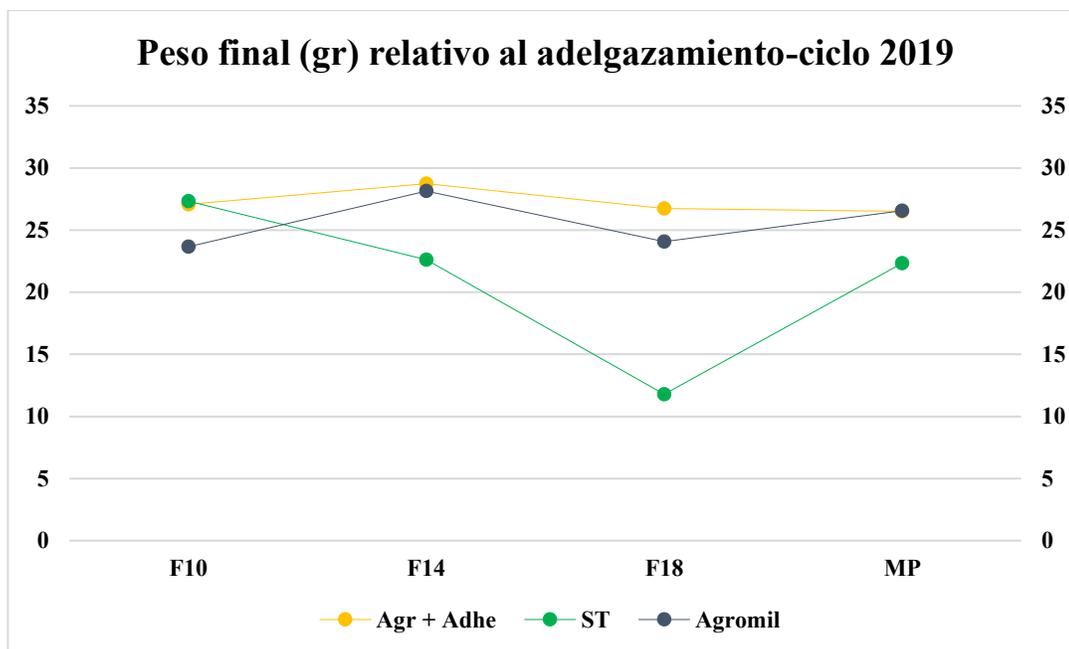
El tratamiento con mas bajos resultados, fue el racimo con 18 dátiles por hilo, obteniendo un peso final en promedio en el muestreo de la cosecha de 21.1 g en el fruto, esto a pesar de haber sido el tercer mejor promedio hasta la medición de Agosto donde alcanzó su máximo tamaño. El tratamiento Manejo del Productor (ST) presento el tercer mejor peso con 25.1 g en promedio (Figura No. 34).



**Figura No. 34.** Desarrollo de la curva de crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool respecto a su peso promedio, con tratamientos relativos al adelgazamiento de los hilos de su racimo. Las observaciones están dadas en gramos.

### 8.2.3 El efecto del adelgazamiento del racimo y tipo de tratamiento.

En la Figura No. 35 muestra el peso (gr) promedio para una muestra de 10 frutos (esto para cada tratamiento utilizado, más el efecto del raleo realizado), tomados al momento de la cosecha en el mes de septiembre 2019. Esto nos indica que el tratamiento Agromil + Adherente y Solo Agromil junto con el adelgazamiento del racimo con 14 frutos por hilo, resultaron ser los mejores tratamientos con respecto al peso del fruto del dátil. Alcanzando ambos su peso máximo en el mes de Agosto y manteniéndolo en el mes de Septiembre, al momento de la cosecha con un peso promedio final de 28.74 g. y 28.14 g, respectivamente.



**Figura No. 35.** Desarrollo de crecimiento del fruto del dátil cultivar Medjool respecto a su peso final al momento de su cosecha (Septiembre 2019), con tratamientos relativos al adelgazamiento de los hilos de su racimo. Las observaciones están dadas en gramos.

El segundo mejor promedio con una pequeña diferencia de 0.25 g, es para el manejo Sin tratamiento y Agromil + Adherente, combinado con el tratamiento de 10 dátiles por hilo, obteniendo un peso promedio final de 27.33 g y 27.08 g., respectivamente.

La dosis de Solo Agromil y Agromil + Adherente, junto al tratamiento de adelgazamiento MP por hilo, presentan un promedio de 26.56 y 26.51 g por fruto, respectivamente. Entre estos dos manejos no hay diferencia significativa respecto al peso final. Sin embargo, el tratamiento Agromil + Adherente, combinado con el tratamiento de adelgazamiento F18 por hilo, resultó con un peso promedio de 26.75 g por fruto, presentándose como tercer lugar en la Figura No. 35.

La dosis Solo Agromil, junto al tratamiento de adelgazamiento F18 por hilo, promedia un peso final de 24.03 g por fruto, resultando de esta manera como cuarta posición en la gráfica.

Como se observa en la Figura No. 35, la dosis Sin Tratamiento (ST), junto a algunos diferentes adelgazamientos por fruto, no son recomendables, debido a que presentaron promedios más bajos en peso, respecto al resto de los tratamientos.

#### **8.2.4 Viabilidad del uso del biorregulador.**

Uno de los principales desafíos en el cultivo de dátil es su manejo, así como la viabilidad de los métodos de producción. Ejemplo de ello, es el estudio realizado en Marruecos (Outghouliast et al., 2019), donde se comprobó la viabilidad del uso de un biorregulador de crecimiento orgánico, al lograrse incrementar significativamente la producción de la palma datilera cultivar Medjool con este primer experimento.

Con en nuestros resultados, se demostró que la aplicación de biorregulador orgánico de crecimiento, provoca un notable desarrollo del fruto en peso y calidad en nuestro sitio experimental, por lo cual, este efecto también se verá reflejado en la utilidad derivada al productor debido a este crecimiento del fruto (Tabla No. 18). Ahora bien, el segundo desafío después de lograr una mejora en la producción, es la implementación en costos de aplicación y la utilidad. La implementación de estos manejos se calcula en base al resultado obtenido de peso final aproximado por fruto (Tabla No. 19).

Para una hectárea con un marco de plantación de  $8 \times 8$  existen 156 palmas normalmente. El consumo total por palma de biorregulador es de 4 mL, diluido en 4 L de agua destilada. Por lo tanto, se requieren de 624 mL de bioregulador en 624 L de agua por hectárea, donde su aplicación se divide en cuatro sesiones entre los meses de Abril a Julio, siendo de 156 litros por sesión en cada mes para cada hectárea. De igual forma, se requiere la misma cantidad de Adherente, la cual se añade en una misma proporción a la mezcla utilizada con el bioregulador por litro.

Considerando el mejor resultado que se obtuvo en este estudio, (Agromil + Adherente, junto con el adelgazamiento F14), se observa un peso promedio final de 28.74 g por

fruto, tomando en cuenta 14 frutos por hilo y 50 hilos por racimo, esto en 12 racimos por palma y 156 palmas por hectárea, tendríamos un total de 37,660.9 toneladas por hectárea aproximadamente.

Los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020), muestran que los rendimientos promedio para el Estado de Baja California y Sonora fueron de 7.45 y 6.15ton/ha. respectivamente, con un Precio Medio Rural \$/UDM de 62,780.56 y 44,054.39 Miles de pesos respectivamente. Considerando estos precios de venta en el punto de producción y con el posible rendimiento definido en este estudio, se tendría un valor de producción de al menos cinco veces mayor, que el reportado por el SIAP para el 2018 (Tabla No. 18).

**Tabla No. 18.** Comparación de datos SIAP del 2018 contra los posibles rendimientos arrojados en nuestro estudio.

Datos	Estado productor	Superficie	Rendimiento (udm/ha)	PMR \$/UDM	Valor de producción (miles de pesos)
SIAP	Baja California	1 ha	7.45 ton	62,780.56	467,715.17
	Sonora	1 ha	6.15 ton	44,054.39	270,934.49
Experimento	Baja California	1 ha	37,660.9 ton	62,780.56	2'362,256
	Sonora	1 ha	37,660.9 ton	44,054.39	1'657,643

**Tabla No. 19.** Descripción de la inversión adicional para la aplicación de un bioestimulador y adherente en el cultivo de la palma datilera.

Descripción	Unidad	Costo/unidad	Monto(pesos)
Agromil V	4 lt	\$ 600.00	\$ 2,400.00
Agri Break	4 lt	\$ 500.00	\$ 2,000.00
Fumigadora 5 lt (aplicaciones)	2 pza	\$ 250.00	\$ 500.00
Sueldo 5 personas (actividades agrícolas)	10 jornales	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00
Uso maquinaria agrícola	1 único	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
<b>Subtotal:</b> \$ 26,350.00			<b>Total:</b> \$29,900.00

La Tabla No. 18 y la Tabla No. 19, reflejan la viabilidad de la aplicación de un biorregulador más adherente, resultando entre el costo de implementación y el valor de producción una gran diferencia económica a favor del productor. El rendimiento económico es notablemente influenciado por la aplicación de bioestimulantes.

### 8.2.5 Comparación de resultados contra otro estudio realizado.

Los resultados obtenidos en este estudio, están en armonía con los trabajos publicados previamente sobre estudios de uso de bioestimuladores en la producción de vegetales (Russo, 1990; Maini, 2006; Vernieri, 2006; Parađiković, 2011 y Shehata et al., 2016), donde se observa un notable crecimiento en los vegetales. Asimismo, en un estudio reciente sobre dátil cultivar Medjool cultivado en Marruecos, obtuvieron los resultados plasmados en la table Tabla No. 20, donde se observa que fueron muy inferiores a los obtenidos por este estudio, pero se debe consideran que ellos utilizaron un producto muy distinto al nuestro y que sus rendimientos por hectáreas eran menores a las cuatro toneladas por hectárea.

**Tabla No. 20.** Comparación resultados de rendimiento por hectárea de la FAO con los tres principales productores del mundo, el experimento desarrollado en Marruecos y nuestro experimento.

Manejo	Kg/palma	Largo(cm)	Ancho(cm)	Ton/ha	fuelle
Egipto	-	-	-	35.19	(FAO, 2020) Producción 2018
Arabia Saudita	-	-	-	6.63	
Irán	-	-	-	5.51	
Control	54.10	3.5	2.2	14.93	(Outghouliast, et al., 2019) Producción 2016
Protifert LMW 6.3	68.81	3.9	2.3	18.99	
Vitazyme®	64.07	3.8	2.3	17.68	
Sin tratamiento	163.8	4.7	2.9	25.55	Experimento Producción 2019
Agromil V	236.4	4.9	2.9	36.87	
Agromil + Adherente	241.4	4.9	2.8	37.65	

# Capítulo IX

---

## *Conclusiones y recomendaciones*

---

### 9.1 Conclusiones.

En este estudio se realizó el análisis para la implementación de un regulador de crecimiento vegetal tipo 1 en la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.), el cual fue aplicado a los racimos de la palma de manera directa a través de pulverizaciones con equipo de bombeo manual. La dosis empleada fue 1.0 mL de agromil, 1.0 mL de Agromil + Adherente y el manejo que implementa el productor como técnica propia.

El proyecto se desarrolló a partir del 11 de abril 2019 posterior a la polinización, terminando con la toma de datos de la primera cosecha el día 5 de septiembre del ciclo 2019.

Las dosis aplicadas de solo Agromil y Agromil + Adherente, presentaron resultados muy similares (no significantes). Esto de acuerdo al análisis realizado mediante la prueba ANOVA utilizando el método de ajuste de TUKEY, para un nivel de confianza de. 95%, para las variables dependientes de Peso, Largo polar y Ancho ecuatorial.

Con base a los resultados de las dosis aplicadas de solo Agromil, Agromil + Adherente y el Manejo del Productor, combinado con los diferentes tratamientos de raleo a los racimos, podemos concluir que la utilización de biorregulador de crecimiento Agromil V 1.0 mL/Lt., en combinación con el tratamiento de catorce frutos por hilo, comparado

contra el manejo que implementa el productor como técnica propia, logra un incremento de hasta un 18% adicional en el peso, esto es 4.6 gramos respecto al tratamiento del productor. La utilización de biorregulador de crecimiento Agromil + Adherente 1 mL/Lt., en combinación con el tratamiento de catorce frutos por hilo logra un incremento de hasta un 23% de incremento en el peso, esto 6.3 gramos respecto al tratamiento del productor.

Para la variable largo polar, con la utilización de biorregulador de crecimiento Agromil V 1 mL/Lt., en combinación con el tratamiento de 14 frutos por hilo, comparado contra el manejo que implementa el productor como técnica propia, logra hasta un incremento del 6.5% en tamaño, es decir 0.3 cm más largo. La utilización de un biorregulador de crecimiento Agromil + Adherente 1 mL/Lt., en combinación con el tratamiento de 14 frutos por hilo logra un incremento de hasta un 12.2% en el tamaño, esto es 0.6 cm más largo.

Los resultados obtenidos demuestran una razonable confianza para la utilización de extractos naturales, aplicados a través de reguladores de crecimiento del tipo 1, como medida para incrementar la producción en peso y tamaño del fruto dátil variedad Medjool.

En este estudio y en el desarrollado en Marruecos, la aplicación de bioestimulantes naturales, mejoró notablemente la producción y la calidad del fruto en peso y tamaño (largo y ancho), en comparación con las palmas que no son tratadas. Por esta razón los bioestimulantes pueden ser considerados como factibles para la producción de la palma datilera cultivar Medjool.

Dado que solo existen dos estudios sobre el uso de bioestimulantes en el fruto de la palma datilera cultivar Medjool, será necesario el desarrollo de una mayor investigación para comprender mejor el papel de los bioestimulantes, así como las dosis requeridas y los periodos ideales para su aplicación, buscando con el esto el mejoramiento del rendimiento en la palma datilera.

## 9.2 Recomendaciones.

Para incrementar el rendimiento en la producción y las utilidades a los productores que manejan al cultivo dátil variedad Medjool, se recomienda la utilización de un regulador de crecimiento del tipo 1 (AGROMIL V). Las dosis y tratamientos aplicados a las plantas seleccionadas del cultivar, presentaron un resultado favorable crecimiento en el peso, respecto a la técnica de manejo tradicional utilizado por el productor. El manejo que se recomienda tomando en cuenta los resultados de este experimento, es manejo de Agromil + Adherente 1 mL/ Lt., en combinación con catorce frutos por hilo.

Sera necesario continuar con la experimentación en este tipo de reguladores de crecimiento en la palma datilera, a fin de generar mayor información disponible con diferentes productos, dosis y periodos.

# Capítulo X

---

## Referencias Bibliográficas

---

- Abdelouahhab, Z. & Arias-Jiménez, E. J. (2002). *Date palm cultivation* (1a ed.). Roma, Italia: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Abdel-Galeil, L., El-Sayed, B. & Shahin, S. (2015). “Influence of Chemical Fertilizer, Em Biostimulant and Their Combinations on Growth and Quality of Phoenix Dactylifera L. Cv. Siwi Offshoots”. *Revista científica de flores y plantas ornamentales* 2(1): 93–100.
- Abdel-Galeil, L., El-Baky, A., Metwaly, H. & Shams I.M. (2016). “Improvement of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Plantlets during Acclimatization Stage by Using EM (Effective Microorganisms) and Potassein-N fertilizer”. *Middle East J* 5(2): 272–78.
- Agroenzymas. (2019). AGROMIL V - Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Recuperado el 4 de marzo de 2020, de <https://www.agroquimicos-organicosplm.com/agromil-v-11-1-75-28-3>
- AGROM. (2020). “Agrommachine”. *Desarrollo, Diseño y Fabricación de Máquinas agrícolas e industriales*. Recuperado el 26 de Mayo de 2020, de <https://www.agrommachine.com/home-new-es>.
- Al-Alawi, R., Al-Mashiqri, J. H., Al-Nadabi, J. S. M., Al-Shihi, B. I. & Baqi, Y. (2017). *Date palm tree (Phoenix dactylifera L.): Natural products and therapeutic options*. *Fronteras en Ciencia de las Plantas*, 8(May), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00845>
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008). *Nutritional and functional properties of dates: a review*. *Revisión crítica en ciencias de los alimentos y nutrición*. 48(10), 877–887.
- Al-Khayri, J. M. (2005). *Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Fruit as potential antioxidant and antimicrobial agents. Protocol for somatic embryogenesis in woody plants*. [https://doi.org/10.1007/1-4020-2985-3\\_25](https://doi.org/10.1007/1-4020-2985-3_25)
- Al-Khayri, J.M., Mohan, J.S. & Johnson, D.V. (2015). *Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 1: Africa and the Americas*. New York, USA: Springer.
- Al-Khayri, J. M., Mohan, S. & Johnson, D. V. (Eds.). (2015). *Date Palm Status and Perspective in Arabia Saudi*. En *Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 2: Asia y Europa* (1a ed., p. 566). New York, USA: Springer.
- 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's Communications*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.1038/ncomms3274>
- Aleid, S. M. (2012). Dates. En M. Siddid (Ed.), *Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging* (1st ed., pp. 179–202). New Jersey, U.S.A.: Jhon Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118324097.ch10>
- Aleid, Salah M. 2013. “Date fruit processing and processed products”. *Dates: Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits*: 171–202.
- Assirey, E. A. R. (2015). *Nutritional composition of fruit of 10 date palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars grown in Saudi Arabia*. *Taibah University Journal for*

- Science*, 9(1), 75–79. <https://doi.org/10.1016/J.JTUSCI.2014.07.002>
- Barreveld, W. H. (1993). *Date Palm Products*. *FAO Boletín de servicios agrícolas*, (1a ed.). Roma, Italia: FAO.
- Bekheet, S. A., & Hanafy, M. S. (2011). *Towards Sex Determination of Date Palm*. En Jain, S. M., Al-Khayri, J. M. & Johnson, D. V. (Eds.), *Date palm biotechnology* (pp. 551–566). London: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1318-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1318-5_26)
- Bouhlali, E.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.
- Brandon W. Neuschafer. (2019). “*Biostimulant Coalition*”. *Bioestimulantes de plantas y reguladores de plantas: EPA Publica un borrador de orientación sobre la aplicabilidad de FIFRA: 1–1*. Recuperado el 26 de Mayo de 2020, de <http://www.biostimulantcoalition.org/>.
- Chalfoun SM, (2007). *Seletividade de fungicidas cúpricos e sistémicos sobre o fungo Cladosporium cladosporioides em cafeeiro*. *Summa phytopathol*, 33(1): 93 – 5.
- Challen, S.B. & Hemingway, J.C. (1966). *Actas del Quinto Simposio Internacional de Algas Marinas, Halifax, Agosto 25–28, 1965 Growth of Higher Plants in Response To Feeding With Seaweed Extracts*. Pergamon Press Ltd. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-011841-3.50056-2>
- Chao, C. T., & Krueger, R. R. (2007). *The date palm (Phoenix dactylifera L.): Overview of biology, uses, and cultivation*. *HortScience*, 42(5), 1077–1082.
- Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., ... Weber, A. (2016). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering: APG IV*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Cohen, Y. & Glasner, B. (2015). *Date Palm Status and Perspective in Israel*. En Al-Khayri, J.M., Mohan, S. & Johnson, D.V. (Eds.), *Date Palm genetics resources and utilization Volumen 2: Asia y Europa* (1 st, p. 566). New York, USA: Springer.
- Du jardin, P. (2012). “*The Science of Plant Biostimulants - A bibliographic analysis*”. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de: [https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/169257/1/Plant\\_Biostimulants\\_final\\_report\\_bio\\_2012\\_en.pdf](https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/169257/1/Plant_Biostimulants_final_report_bio_2012_en.pdf).
- Du Jardin, P. (2015). “*Plant Biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation*”. *Scientia Horticulturae* 196: 3–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- FAO. (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- García-González, C., Salomón-Torres, R., Montero-Alpírez, G., Chávez-Velasco, D., Ortiz-Uribe, N., Ruiz-Ortiz, N. S.,... Curiel-Alvarez, M. A. (2019). *Effect of pollen sources on yield oil extraction and fatty acid profile of the date seed (Phoenix dactylifera L.) cultivar Medjool from Mexico*. *Grasas y Aceites*, 70(3). <https://doi.org/10.3989/gya.0936182>
- Govaerts R., (2018). “*Itis species 2000*”. *Catalogue of Life: 2020-04-16 Beta: 1*. Recuperado el 25 de Mayo de 2020, de: <https://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/586aadee9f6c357b5747187ba72>

728f3.

- Hamza, B. & Suggars, A. (2001). "Biostimulants : Myths and Realities". *TurfGrass Trends*: 6–10.
- Hazzouri, K. M., Flowers, J. M., Visser, H. J., Khierallah, H. S. M., Rosas, U., Pham, G. M., ... Purugganan, M. D. (2015). *Whole genome re-sequencing of date palms yields insights into diversification of a fruit tree crop. Comunicaciones de la naturaleza*, 6. <https://doi.org/10.1038/ncomms9824>
- ICARDA. (2012). "Liquid pollination: boosting date palm productivity". Recuperado el 26 de Mayo 2020 de <https://icardanews.wordpress.com/2012/04/22/liquid-pollination-boosting-date-palm-productivity/>
- Jaradat, A. A. (2015). *Biodiversity, genetic diversity and genetic resources of the date palm*. En J. M. Al-Khayri, S. Mohan, & D. V. Johnson (Eds.), *Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 1: Africa and the Americas* (1st ed., p. 546). New York, USA: Springer.
- Jayasuriya, H. P. W. (2012). *Design concepts for the date collection process*. En A. Manickavasagan, M. M. Essa, & E. Sukumar (Eds.), *Dates Production, Processing, Food, and Medicinal Values* (1st ed., p. 403). Florida, U.S.A.: CRC Press.
- Johnson, D. V. (2011). *Introduction: Date Palm Biotechnology from Theory to Practice*. En Jain, S. M., Al-Khayri, J. M. & Johnson, D. V. (Eds.), *Date Palm Biotechnology* (1st ed., p. 743). New York, USA: Springer.
- Jones, D. L., Nguyen, C. & Finlay, R. D. (2009). "Carbon flow in the rhizosphere: Carbon trading at the soil-root interface". *Soil and Plants* 321(1–2): 5–33.
- Kharusi, L. A., Assaha, D. V. M., Al-Yahyai, R., & Yaish, M. W. (2017). *Screening of date palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars for salinity tolerance. Forests*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/f8040136>
- Krueger, R. (2015). *Date Palm Status and Perspective in the United States*. En Al-Khayri, J. M., Mohan, S. & Johnson, D. V. (Eds.), *Date Palm Genetic Resources and Utilization Volumen 1: África y las Américas* (1a ed., p. 566). New York, USA: Springer.
- Leung, J. & Giraudat, J. (1998). "Abscisic Acid Signal Transduction". *Annual review of plant physiology and plant molecular biology* 49(1): 199–222
- Manzani-Lisboa, L., Combinato, G. & Boaventura-Scavacini, L. (2018). Thiamine as a promoter of initial growth in varieties of sugar cane. *Tropical Crops*, 39(3), 58–64. <https://doi.org/10.1234/ct.v39i3.1466>
- Maryam, Jaskani, M.J., Bilques, F., Haider, M.S., Naqvi, S.A., Nafees, M., Ahmad, R. & Khan I.A. (2015). "Evaluation of pollen viability in date palm cultivars under different storage temperatures". *Pakistan Botany Journal* 47(1): 377–81.
- 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 and Nutrition*, 2(5), 478–489.
- Nemhauser, J. L., Fangxin H. & Joanne Chory. (2006). "Different Plant Hormones Regulate Similar Processes through Largely Nonoverlapping Transcriptional Responses". *Cell* 126(3): 467–75.
- Omar, A. E., Ahmed, M. A. & Al-Saif, A. M. (2017). *Influences of seaweed extract and potassium nitrate foliar application on yield and fruit quality of date palms (Phoenix dactylifera L. cv. sukary)*. *Advances in agricultural science*, 5(03), 16–22.
- Ortiz-Uribe, N., Salomón-Torres, R., & Krueger, R. (2019). *Date palm status and perspective*

- in Mexico. *Agriculture* 9(3). <https://doi.org/10.3390/agriculture9030046>
- Outghouliast, H., Messaoudi, Z., Ouazzani, A. & Haddou, L. (2019). “Optimization of Qualitative Quantitative Production of Date Palm CV. ‘Mejhoul’ in Moroccan Oases by Biostimulants Application”. *European Journal of Scientific Research*.152(4): 394–404.
- Pieterse, C. M. J., Zamioudis, C., Berendsen, R. L., Weller, D. M., Van Wees, S. C. M., & Bakker, P. A. H. M. (2014). *Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes. Annual review of plant pathology*, 52(1), 347–375. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082712-102340>
- Polo, J. & Mata, P. (2018). “Evaluation of a biostimulant (Pepton) based in enzymatic hydrolyzed animal protein in comparison to seaweed extracts on root development, vegetative growth, flowering, and yield of gold cherry tomatoes grown under low stress ambient field conditions”. *Frontiers in Plant Science* 8: 2221.
- Rajmohan, K. (2011). *Date Palm Tissue Culture: A Pathway to Rural Development*. En Jain, S. M., Al-Khayri, J. M. & Johnson, D. V. (Eds.), *Date palm biotechnology* (1 st, p. 743). New York, USA: Springer.
- REMAS. (2017). Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de Sonora. Recuperado el 7 de abril de 2020, de <http://www.siafeson.com/remas/index.php/Consulta/estadisticas>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9932-5>
- Reyes, C. Z. (2019). *Caracterización de la viabilidad del polen de la palma datilera (Phoenix dactylifera L.) almacenado en diversos periodos de conservación*. San Luis Rio Colorado, Sonora [tesis de maestría, Universidad Estatal de Sonora].
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01817.x>
- Salomón-Torres, R. & García-Vázquez, J.P. (2019). “extracción de polen, su aplicación y efecto en la calidad del fruto del dátil”, XXII congreso internacional en ciencias agropecuarias, Mexicali, B.C., Octubre 2019, 16–23. [http://ica.mx/uabc.mx/congresos/\\_Memorias del XXII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas.pdf](http://ica.mx/uabc.mx/congresos/_Memorias del XXII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas.pdf).
- Salomón-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 in Mexico. Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(4).
- Salomón-Torres, Ricardo, 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., Valdez-Salas, B., Rosas-González, N., García-González, C., Chávez, D.,... Krueger, R. (2019). *Nutritional assessment, phytochemical composition and antioxidant analysis of the pulp and seed of medjool date grown in Mexico. PeerJ*, 7, e6821. <https://doi.org/10.7717/peerj.6821>
- Salomón-Torres, R., Ortiz-Uribe, N., & Villa-angulo, R. (2017). La Producción de la Palma

- Datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en México. *Revista UABC*, (91), 15–20.
- Salomón-Torres, Ricardo, Sol-Uribe, J. A., Valdez-Salas, B., García-González, C., Krueger, R., Hernández-Balbuena, D.,... Ortiz-Uribe, N. (2020). *Effect of Four Pollinating Sources on Nutritional Properties of Medjool Date (Phoenix dactylifera L.) Seeds. Agriculture*, 10(2), 45. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020045>
- SALUD. (2011). “Norma Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010 Etiquetado de nutrientes vegetales”. *Diario Oficial de la Federación*: 28.
- Salud Eficaz. (2016). “Esto es lo que ocurre en tu cuerpo al comer 3 dátiles por día”. Recuperado el 20 de Abril del 2020 de: <https://www.saludeficaz.com/datiles-beneficios-y-propiedades/seaview760>. (2009). *Collecting Medjool Pollen*. Obtenido de Collecting Medjool Pollen [video]. Recuperado el 6 de Abriil del 2020 de [https://www.youtube.com/watch?v=dcfeomBk\\_CA](https://www.youtube.com/watch?v=dcfeomBk_CA)
- Shiri, M., Al-Khayri, J.M. & Jhonson, D. V. J. (2011). *Date Palm Biotechnology*. New York, USA: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1318-5>
- SIAP. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. Recuperado el 29 de febrero de 2020, de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Steven, J., Cortes, A & y Acero, J.G. (2019). "Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento de las plantas". *NOVA*. (32): 109-129.
- Sidhu, J. S. (2006). *Date Fruit Production and Processing*. En Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B. & Cano, M. P. (Eds.), *Fruit and Fruit Processing Manual* (Second, p. 694). New York: USA, Willey Blackweel.
- Suárez, L. C., & Fernández, A. (2012). *Review Notes of the influence of some plant growth regulators in the abiotic stress plant response*. 33(3), 47–56.
- Sukumar, E, & Francis, G. (2012). “*Dates Production, Processing, Food, and Medicinal Values*”. New York:USA, CRC Express.
- Tarantino, E., Disciglio, G., Frabboni, L., Libutti, A., Gatta, G., Gragliardi, A. & Tarantino, A. (2015). “*Effects of Biostimulant Application on Quali- Quantitative Characteristics of Cauliflower, Pepper and Fennel Crops under Organic and Conventional Fertilization*”. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* 9(7): 712–16. <https://www.waset.org/publications/10001687>.
- Tengberg, M. (2012). *Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. Journal of arid environments*, 86, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.022>
- Uhl, N., & Dransfield, J. (1987). *Genera Palmarum: A Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore, Jr, L.H. Baily*. Hortorium y la Sociedad internacional de la palma, Lawrence, KS.
- Vandenkoornhuyse, P., Quaiser, A., Duhamel, M., Le Van, A. & Dufresne, A. (2015). “*The importance of the microbiome of the plant holobiont*”. *New phytol* 206(4): 1196–1206.
- 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.
- Wright, G. C. (2016). *The commercial date industry in the United States and Mexico. HortScience*, 51(11), 1333–1338. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11043-16>
- Yazaki, J., & Kikuchi, S. (2005). *The Genomic View of Genes Responsive to the Antagonistic Phytohormones, Abscisic Acid, and Gibberellin. Vitamins and hormones*, 72(05), 1–30.

[https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(05\)72001-X](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(05)72001-X)

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.