

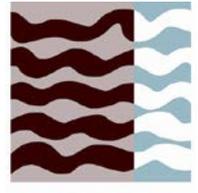


Universidad
Politécnica
de Cartagena



UPCT

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica



ETSIA

*Grado en Ingeniería Agroalimentaria
y de Sistemas Biológicos*

Evaluación de un cultivo de pitaya en la pedanía
de La Atalaya en Mazarrón

Autor: D. Francisco Pascual Sánchez
Hernández

Dirección: D. Jesús Ochoa Rego

Codirección: D. José Cos Terrer

Cartagena, abril de 2020



Declaración de Honestidad Académica

El alumno D. **Francisco Pascual Sánchez Hernández**, con DNI : **22.974.541-W**,

como autor del TFE de título **Evaluación de un cultivo de pitaya en la pedanía de La Atalaya en Mazarrón**

dirigido por D. **Jesús Ochoa Rego**

para la obtención del título

- Grado en Ingeniería Agroalimentaria y de Sistemas Biológicos
- Máster Universitario en Ingeniería Agronómica
- Máster Universitario en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario

DECLARA:

- Que el mencionado TFE es íntegramente de su autoría.
- Que se trata de un trabajo original e inédito en el que no existe plagio.
- Que en todo momento se respeta la propiedad intelectual y en ningún caso se han utilizado como propios resultados ni materiales obtenidos o generados por otros autores.
- Que los resultados y materiales realizados por otros autores han sido debidamente identificados en la memoria.
- Que se ha aplicado al texto íntegro del TFE el control antiplagio que establece la *Normativa de Trabajos Fin de Estudios en la ETSIA*, y acompaña esta declaración de las páginas primera y última del informe obtenido de Turnitin a través de Aul@Virtual.
- Que los directores del TFE conocen y han dado el visto bueno a los resultados del control antiplagio y, en su caso, han informado en la forma que indica el documento *Política de Calidad y Código de Buenas Prácticas*.

Y para que así conste, firma la presente declaración en,

Cartagena, a 14 de abril de 2020

Fdo. **Francisco Pascual Sánchez Hernández**

TFE

por Pascual Sánchez Hernández

Fecha de entrega: 14-abr-2020 05:43p.m. (UTC+0200)

Identificador de la entrega: 1297434071

Nombre del archivo: TFG_Pitaya_REVISADO_y_OK_OK.docx (10.18M)

Total de palabras: 8319

Total de caracteres: 42118

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.agrocabildo.org

Fuente de Internet

7%

2

www.opia.cl

Fuente de Internet

<1%

3

w3.mecanica.upm.es

Fuente de Internet

<1%

4

www.transredes.com

Fuente de Internet

<1%

5

www.boletinfarmacos.org

Fuente de Internet

<1%

6

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1%

7

repositories.lib.utexas.edu

Fuente de Internet

<1%

8

proyectandoamexico.blogspot.com

Fuente de Internet

<1%

9

www.iccat.es

Fuente de Internet

<1%

Índice general

Índice de fotos

Índice de tablas

Índice de gráficos

Resumen

Abstract

1. Introducción.....	2
1.1. Origen del cultivo en Mazarrón	2
1.2. Generalidades de la especie	2
2. Objetivo del trabajo	9
3. Metodología.....	10
3.1. Plantación.....	11
3.2. Emparrado	12
3.3. Riego y fertilización.....	12
3.4. Poda.. ..	13
3.4.1...Poda de formación	13
3.4.2...Poda de conservación	13
3.4.3...Poda de fructificación.....	14
4. Resultados	16
4.1 Polinización	16
4.2.Fructificación	22
4.3.Riego	25
4.4.Recolección	26
4.5.Plagas, enfermedades y daños fisiológicos	26
4.6.Comercialización.....	31
4.7.Envasado	32
4.8.Conservación	32
4.9.Coste de cultivo y previsión de ingreso	32
5. Conclusiones	34
6. Bibliografía	35

Índice de fotos

Foto 1: Pitaya de jardín en el Puerto de Mazarrón.....	3
Foto 2: Variedad <i>JC0</i>	4
Foto 3: Variedad <i>Hylocereus undatus</i>	5
Foto 4: Variedad <i>Hylocereus purpusii</i>	5
Foto 5: Botones florales.....	6
Foto 6: Inflorescencias en la mitad de desarrollo.....	6
Foto 7: Flor a punto de abrir.....	7
Foto 8: Sección longitudinal de flor.....	7
Foto 9: Detalle de los ovarios.....	7
Foto 10: Flor recién cuajada junto a otras de 2-3 días.....	8
Foto 11: Frutos en su máximo desarrollo y próximos al inicio de maduración.....	8
Foto 12: Frutos en su punto óptimo de maduración.....	8
Foto 13: Fruto <i>JC01</i> y fruto <i>H. undatus</i>	9
Foto 14: Detalle radicular de un esqueje.....	9
Foto 15: Ubicación del cultivo.....	10
Foto 16: Detalle del suelo de cultivo.....	10
Foto 17: Instalación segunda malla sombreo.....	12
Foto 18: Detalle de la disposición de los goteros de 4 l/h.....	13
Foto 19: Guiado.....	14
Foto 20: Detalle del emparrado.....	14
Foto 21: Planta ya formada.....	14
Foto 22: Plantas con necesidad de poda.....	15
Foto 23: Planta podada.....	15
Foto 24: Planta ya formada.....	15
Foto 25: Abejas observadas en el cultivo.....	16
Foto 26: Yema vegetativa.....	17
Foto 27. Yema de flor.....	17
Foto 28: Inflorescencias a mitad de su desarrollo.....	17
Foto 29: Inflorescencias a 3-5 días de su apertura.....	17
Foto 30: Flores a punto de abrir.....	18
Foto 31: Detalle del estigma sobrepasando las anteras.....	18
Foto 32: Diferencia de diámetro polinización cruzada con <i>JC01</i> y autógena.....	18

Foto 33: Diferencia de diámetro polinización cruzada con <i>JC01</i> y autógena.....	18
Foto 34: Pipetas Pasteur con el polen utilizado para la polinización manual	19
Foto 35: Inflorescencia a mitad de su desarrollo.....	22
Foto 36: Flor abortada	22
Foto37: Detalle medición diámetro fruto	24
Foto 38: Pastoreo de pulgones por hormigas	27
Foto 39: Ataque de pulgón	27
Foto 40: Frutos maduros depreciados por el ataque de pulgón.....	27
Foto 41: Necrosis por <i>Botrytis sp.</i>	28
Foto 42: <i>Botrytis sp.</i> en fruto.....	28
Foto 43: <i>Botrytis sp.</i> en fruto.....	28
Foto 44: <i>Botrytis sp.</i> en fruto.....	28
Foto 45: Punteado indeterminado	29
Foto 46: Punteado más desarrollado	29
Foto 47: Punteado, daño en fruto	29
Foto 48: Punteado, daño en fruto	29
Foto 49: Daño por frío.....	30
Foto 50: Necrosis por frío	30
Foto 51: Daños por insolación	30
Foto 52: Daños por frío en tallo principal.....	30
Foto 53: Planta deshidratada	30
Foto 54: Sistema radicular destruido por <i>Phytophthora spp.</i>	30
Foto 55: Detalle del conducto central de savia	31
Foto 56: Solución adoptada en nueva plantación para prevención de la asfixia.....	31

Índice de tablas

Tabla 1: Calendario de floración, polinización y recolección <i>H. undatus</i>	23
Tabla 2: Calendario de polinización, floración y recolección <i>JC01</i>	24
Tabla 3: Datos de la producción de la primera cosecha de 2018 en función del número de goteros y caudal de riego.....	25
Tabla 4: Comparación del incremento de producción con riego 8 l/hora frente a riego de 11,4l/hora por planta	26
Tabla 5: Datos anuales MERCABARNA	32
Tabla 6: Datos anuales MERCAMADRID	32

Tabla 7: Costes de labores de cultivo anuales al marco estudiado.....	33
Tabla 8: Producción anual.....	33

Índice de gráficos

Gráfico 1: Comparación diámetro frutos polinizados con <i>JCO1</i> y <i>H. undatus</i>	19
Gráfico 2: Temperaturas medias 01/04/18 a 31/05/18.....	20
Gráfico 3: Temperaturas medias 01/04/19 a 31/05/19	21
Gráfico 4: Humedad relativa (%) en el mes octubre de 2018	21
Gráfico 5: Periodo más frío durante el cultivo	22
Gráfico 6: Relación diámetro/gramos por fruto	25

Agradecimientos

Agradezco a Miguel Ángel y Ginés Morales la amabilidad otorgada para poder seguir la evolución del cultivo, y agradezco a Miguel Morales padre, que en paz descansa, así como el trato fraterno que me otorgó en las múltiples visitas, trato que ha quedado en mis sentimientos.

Resumen

Este Trabajo Fin de Grado recoge la experiencia de cultivo de la pitaya, planta de origen subtropical, en la climatología mediterránea de la Región de Murcia, como cultivo alternativo al tomate.

Se inició el seguimiento del cultivo en una plantación de un año, establecida en La Atalaya, Mazarrón, en la primavera de 2017 finalizando en diciembre del año 2019, momento en el que se consideró que la plantación había alcanzado su plena producción.

Se registraron datos como consumo de agua, temperaturas, fechas de los principales estadios vegetativos de la planta, tales como inicio de la diferenciación floral de yemas, fechas de floración y recolección, observaciones sobre los beneficios de polinización cruzada con otras variedades, necesidad de mano de obra en fechas de polinización, influencia de la climatología local en el cultivo y problemas fitosanitarios detectados.

Una vez terminado este seguimiento se llegó a la conclusión de que es una alternativa agronómica viable en latitudes mediterráneas, aunque queda camino abierto para el estudio de la optimización de la estructura de soporte y protección, de la selección de cultivares mejor adaptados a la climatología mediterránea, así como de métodos más eficientes de polinización y promoción para su consumo.

Abstract

This work gathers the experience of growing the pitaya, a plant of subtropical origin, as an alternative crop to the tomato in the Mediterranean climate of the Region of Murcia.

The monitoring of the crop began in a one-year plantation, established in La Atalaya, Mazarrón, in the spring of 2017 and continued until the end of 2019, when the plantation was considered to have reached full production.

Data was recorded on water consumption, temperatures, dates of the main vegetative stages of the plant, such as the start of floral differentiation of buds, flowering and harvesting periods, observations on the benefits of cross-pollination with other varieties, labor requirements on pollination periods, influence of local weather on the crop and phytosanitary problems detected.

Once this monitoring was finished, it was concluded that it is a viable agronomic alternative in Mediterranean latitudes, although there is still room to study the optimization on the support and protection structure, selection of cultivars better adapted to the Mediterranean climate, more efficient propagation methods and promotion for consumption.

1. Introducción

1.1. Origen del cultivo en Mazarrón

Tras la desaparición de la actividad minera en Mazarrón, a inicio de la segunda mitad del s. XX, la economía de Mazarrón sufrió un declive importante, induciendo a la despoblación de su territorio. La progresiva implantación del cultivo del tomate en la década de los 60 relanzó notablemente su economía y expansión demográfica hasta la década de los 90, cuando la progresiva importación de tomate procedente de Marruecos con destino a la Unión Europea originó una caída de precios que causó el cierre de importantes empresas exportadoras y multitud de pequeños agricultores.

Como respuesta a esta crisis en el monocultivo del tomate, la administración regional, junto a la Oficina Comarcal Agraria (OCA) de Fuente Álamo-Mazarrón y el Ayuntamiento de Mazarrón, comenzaron a trabajar en 2011 explorando las diversas posibilidades que ofrecían la fruticultura subtropical y otras especies exóticas.

Una de las empresas pioneras que inició sus experiencias en cultivos subtropicales fue el Grupo Durán, con plantación de papaya y mango en 2014.

Posteriormente, en el año 2016, el Ayuntamiento de Mazarrón y la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente organizaron en Mazarrón una jornada técnica titulada *Introducción de la Fruticultura Subtropical en el Litoral Murciano*, dirigida a pequeños agricultores. Es en este momento cuando los hermanos Morales se deciden a iniciar el cultivo de la pitaya en Mazarrón, más concretamente en la pedanía de La Atalaya, en una pequeña nave de invernadero tipo parral a dos aguas, con cubierta de malla, que anteriormente había sido dedicada al cultivo de tomate y pepino. En concreto, iniciaron su cultivo con 21 pies de la variedad *JC01*, de pulpa roja, 109 de la variedad *Hylocereus undatus*, de pulpa blanca y 4 pies de la variedad *Hylocereus purpusii*, como polinizadora.

1.2. Generalidades de la especie

Las descripciones que siguen en el presente trabajo proceden de los trabajos de Clemente Hernández y Águeda Coello Torres, al amparo del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural, Área de Agricultura, Ganadería y Pesca, Cabildo de Tenerife, referente a un cultivo experimental en el sur de la isla desde el año 2006 hasta el año 2009, bajo autorización expresa de sus autores.

La pitaya es una cactácea trepadora procedente del norte de México hasta Colombia. Hace unos 100 años que su cultivo comenzó a extenderse a otros continentes con clima subtropical, aunque su interés comercial comenzó en la década de los 80.

Foto 1: Pitaya de jardín en el Puerto de Mazarrón



Las variedades estudiadas pertenecen a la familia *Cactoideae*, tribu *Hylocereae* y género *Hylocereus*. Ambas se conocen como pitayas rojas, por el color externo de su piel, libre de espinas, aunque la pulpa de *H. undatus* es blanca y la de *JC01* es roja. (Britton y Rose, 1963; Barthlott y Hunt, 1993).

Las pitayas rojas que han sido estudiadas en Tenerife fueron introducidas por el Dr. Víctor Galán Saúco, siendo profesor de investigación del ICIA, en dos viajes de trabajo. Los clones *JC01*, *JC02*, *JC01y* *JC05* originarios de Guatemala fueron traídos en el año 2000, mientras que en el 2002 se introdujeron las especies *H. undatus*, *H. triangularis*, *H. hybridum* e *H. purpusii*, oriundas de Isla de La Reunión. Este material vegetal es el origen de los cultivos iniciados en la Península.

Por lo que respecta a la descripción morfológica, Hernández y Coello (2016) se basan en el trabajo descriptivo de Mizrahi y Nerd (1997). A continuación, se presenta un resumen de las

mismas, indicando, en cada caso, las observaciones realizadas durante el estudio y seguimiento del cultivo.

Los cladodios o tallos son de consistencia suculenta, en ausencia de hojas estos tallos ejercen la función fotosintética. El tallo es también un receptáculo de agua y regulador de la misma en época de verano, adquiriendo un color amarillento característico cuando es expuesto a una excesiva radiación solar o sufre insuficiencia nutricional. La presencia de una cutícula fina y transparente le permite reducir al máximo la evaporación.

Los tallos crecen en forma de segmentos que pueden alcanzar hasta 2 metros la longitud entre dos nudos consecutivos. Son de carácter pendular, habiéndose podido comprobar que los tallos colgantes emiten mayor número de flores que los que crecen horizontalmente. Presentan tres aristas o costillas y grupos de espinas de 2 a 4 mm de largo en las areolas, ubicadas en sus bordes. Algunas especies presentan serosidad en el tallo.

El margen de los cladodios es ligeramente diferente entre especies, siendo convexo en la mayoría de los casos, la variedad *JC01* se puede distinguir del resto por su forma y tamaño de la areola y la distancia entre dos consecutivas. Las areolas son de color gris claro en todas las especies, sin presentar diferencias apreciables. En cuanto al color principal en la espina más larga es el marrón en todas las especies-clones, solo en *JC01* e *H. undatus* el color es de una tonalidad más clara.

En la foto 2, se observa que la variedad *JC01* presenta los cladodios con una sección estrecha, alargado color verde claro y se aprecia la fuerte convexidad del margen. En la foto 3 se observa que en la variedad *H. undatus* el cladodio es más grueso, de color verde oscuro, distancia entre nudos más corta y su margen es menos convexo. La planta presenta un aspecto robusto.

Foto 2: Variedad JC01.



Foto 3: Variedad Hylocereus undatus.



Foto 4: Variedad Hylocereus purpusii



Las flores se producen en las areolas de los cladodios. La yema, en general, es de forma elíptica estrecha y ápice angulado (foto5). El tiempo transcurrido desde que es visible el botón floral hasta la antesis de la flor suele durar de 17 a 24 días en el sur de Tenerife. En la ubicación estudiada, La Atalaya (Mazarrón), la antesis oscila de 21 días en la floración de verano a 32 días en la floración de primavera.

Foto 5: Botones florales



Foto 6: Inflorescencias en la mitad de desarrollo



El inicio del desarrollo de los botones florales es fácilmente reconocible pues la base de las espinas comienza a engrosar, a separarse de la cutícula y a diferenciarse en un botón grueso con una gotita de secreción azucarada. Además, se da en varios botones simultáneamente. En la foto5 se aprecian botones florales claramente diferenciados y otros que comienzan a diferenciarse

La flor, hermafrodita, es grande, de unos 33 cm de largo, de sépalos color verde y pétalos blancos. Los filamentos de las anteras son delgados y de color crema. Las flores son erectas y cuando abren se orientan buscando la luz de la luna o del sol en las primeras y las últimas horas del día, hecho que facilita la labor de polinización manual. Se ha podido constatar, en las condiciones del cultivo estudiado en Mazarrón, que las flores más precoces se dan en las partes más expuestas a los rayos solares al atardecer.

El fruto de ambas variedades estudiadas es una baya de forma ovoide y alargada. Su cáscara está compuesta de formaciones salientes llamadas brácteas, las cuales son escamosas, alargadas y de consistencia carnosa y cerosa. Las dimensiones de los frutos estudiados oscilan desde los 8 cm hasta los 18 cm de longitud y desde los 50 mm a los 110 mm de Ø, situándose su Ø medio en 67 mm.

Se pueden distinguir tres etapas en el desarrollo del fruto de *Hylocereus spp.*:

- Desde la fecundación de los óvulos por el polen tras un periodo de 19 a 30 días, dependiendo de las temperaturas, se produce el crecimiento de la piel y se inicia el desarrollo de las semillas y la pulpa. El fruto externamente es de color verde hasta su maduración.
- En la siguiente etapa, que suele durar unos diez días, comienza una gran acumulación de sustancias de reserva y continúa el desarrollo de las semillas.

- En los últimos 6-10 días los sólidos totales disueltos aumentan y decrece la acidez de la pulpa adquiriendo el fruto el color rojo característico de su maduración.

Foto 7: Flor a punto de abrir



Foto 8: Sección longitudinal de flor



Foto 9: Detalle de los ovarios



La fase de maduración fisiológica del fruto resulta de interés, puesto que se trata de un fruto no climatérico cuyas características internas no se ven alteradas una vez cosechado. La recolección de frutos no maduros dará una pulpa con contenido ácido alto y con pocos azúcares, aunque el fruto haya variado de color. En la práctica la maduración fisiológica de un fruto se puede determinar básicamente cuando la cáscara del fruto pierde su brillantez, alcanza un rojo intenso y cuando al presionarlo manualmente con los dedos la piel se hunde ligeramente. En la madurez las bases de las brácteas comienzan a colorearse de rojo, los extremos se mantienen verdes y al avanzar la maduración van amarilleando hasta secarse. Al recolectar es conveniente recortarlos para mejorar la estética del fruto comercial.

En las fotos 10 a 12 se muestran diversos estadios del fruto de *H. undatus* en su proceso de maduración.

Foto 10: Flor recién cuajada junto a otras de 2-3 días



Foto 11: Frutos en su máximo desarrollo y próximos al inicio de maduración



Foto 12: Frutos en su punto óptimo de maduración



En la ubicación objeto de estudio *JC01* es la más dulce y precoz. Las raíces de las cactáceas (fotos 13 y 14) son monosuculentas. Se distinguen raíces primarias, que se encuentran en el suelo y las secundarias o adventicias, que se desarrollan fuera del suelo y sin contacto con el mismo (salvo excepciones). Las raíces primarias, en el cultivo objeto de este trabajo han alcanzado hasta 60 Ø cm de diámetro profundizando unos 5-20 cm.

Cuando el suelo se seca, las raíces laterales finas generalmente mueren, mientras que las grandes se recubren de una capa de peridermis similar al corcho. La mayoría de los primordios preformadores de raíces se localizan debajo de la peridermis y, por lo tanto, se desarrollan raíces rápidamente cuando el suelo es mojado de nuevo, incrementándose la absorción de agua y nutrientes.

En cuanto a las necesidades edafológicas, la pitaya no es una planta exigente en suelos, adaptándose fácilmente siempre que estén bien drenados y no presente exceso de sodio. Las raíces se secan si la absorción de sodio es alta (Nobel, 1998).

En su hábitat natural las pitayas se desarrollan trepando a otros árboles de mayor envergadura en condiciones de semisombra, por ello se recomienda que las instalaciones de cultivo estén adaptadas para ofrecer entre un 30 y un 50% de sombreado según la época del año pues si la planta está desprotegida los cladodios y frutos quedarán dañados. No obstante, junto al cultivo objeto de estudio se desarrollaron tres plantas de *H. undatus*, al aire libre, sin presentar

daños excesivos por insolación, floreciendo y fructificando, aunque su desarrollo vegetativo es más compacto y los frutos en menor número y más pequeños.

Foto 13: Fruto JC01 y fruto *H. undatus*



Foto 14: Detalle radicular de un esqueje



Las variedades objeto de este trabajo han sido objeto de estudio preliminar por los autores Águeda Coello y Clemente Méndez, en su publicación de marzo de 2013, *Variedades de pitaya roja*, editada por AgroCabildo de Tenerife. Estos autores estiman que la variedad *H. undatus* podría aportar en su pleno desarrollo unas 16t/ha si se le efectúa polinización cruzada y unas 60 t/ha si es polinizada con polen de la variedad *JC01*.

2. Objetivo del trabajo

El objetivo del presente trabajo es describir las características más relevantes del cultivo y así determinar su interés productivo en la zona, lo que deberá permitir valorar su potencial de producción, necesidades de mano de obra, adecuación de las labores culturales e identificación de los problemas fitosanitarios desde su plantación hasta su plena producción para nuevas explotaciones. Todo ello, a través del seguimiento de una primera explotación iniciada en la primavera del año 2017 y hasta noviembre de 2019.

3. Metodología

Durante el periodo de estudio se registró el consumo de agua del cultivo en *H. undatus* con dos aportaciones diferentes y se ha comparado su rendimiento productivo.

Además, se registró la evolución de las temperaturas y humedad relativa, en el interior del invernadero, mediante un datalogger LOG32TH (Distan Electronic GmbH, Alemania), recogiendo las incidencias ante situaciones climatológicas adversas.

Por lo que respecta al desarrollo de las variedades, se registraron los tiempos de desarrollo de botón floral a flor y a fruto, así como las necesidades de mano de obra en la polinización, el rendimiento del polen de la flor donante, la relación diámetro y peso del fruto, °Brix, días de conservación tras su recolección, rendimiento expresado como kg/m² reales. Finalmente, se realizó un seguimiento de los principales problemas fitosanitarios y se recogieron algunos datos económicos del cultivo que se consideraron relevantes.

La parcela de cultivo estudiada se encuentra en la Región de Murcia, municipio de Mazarrón, pedanía de La Atalaya, con coordenadas geográficas 37°36'29.9"N; 1°26'56.0"W, al pie de la Sierra de Las Moreras y a una altitud sobre el nivel del mar de 300 m. El suelo es de fondo de pizarra, bien drenado y anteriormente cultivado con tomate y pepino.

El cultivo se estableció en una estructura metálica tipo parral a dos aguas, una superficie de 610 m², altura a la cumbre de 4 m, bandas laterales de 2,5 m de altura y marco de los postes centrales de 2,5 x 5 m. La orientación de las líneas de cultivo es de NE a SO.

Como se puede observar en la foto 18, ya había establecida en la estructura una sustentación para el cultivo de tomate con alambres a 1,25 m de anchura y 1,90 de altura, lo que condicionó el marco de plantación de los esquejes.

Foto 15: Ubicación del cultivo

37° 36' 29.9" N; 1° 26' 56.0" W

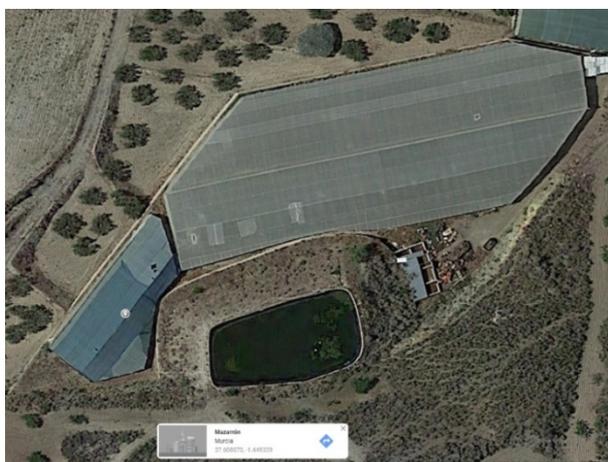


Foto 16: Detalle del suelo de cultivo



El techo estaba cubierto inicialmente con una malla blanca plástica antitrips de 20x10 hilos/cm² que proporcionaba un sombreado de un 20%. Fue reforzada al inicio de verano por una malla de 6x6 hilos/cm² en color verde que añadió un 34% más de sombreado para proporcionar un sombreado de un 50%, aproximadamente. Las bandas laterales estaban igualmente protegidas con malla antitrips.

3.1.Plantación.

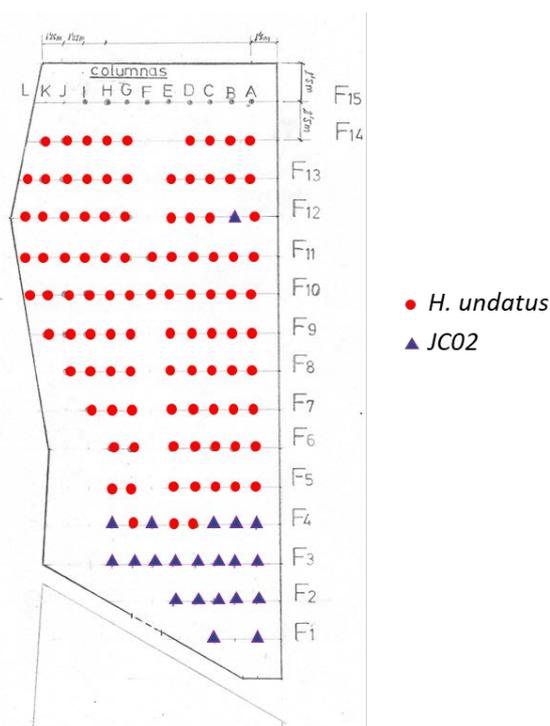
La plantación ya se encontraba establecida y se realizó con esquejes de unos 60 cm, cedidos por un agricultor de Almería.

Los esquejes se plantaron en la primavera de 2016, siendo las variedades mayoritariamente de *H. undatus*, JC01 y 4 plantas de *H. purpusii* que se pretendía que sirviese como polinizadores, pero estas últimas murieron tras el primer invierno por efectos del frío.

Se dejaron cicatrizar las heridas del corte al aire libre y a la sombra durante unos 8-10 días y se plantó directamente en suelo en hoyos de unos 10 cm de profundidad. Hay que prestar atención al sentido de crecimiento de los tallos tomando como referencia la convexidad de los bordes de los cladodios para no invertir el flujo de la savia. Posteriormente se cubrió todo el suelo con malla antihierba negra de 105 g/m² y permeabilidad al agua de 12 l/m²/s.

El marco de plantación fue de 1,50 x 2,5m, lo que supuso una densidad de plantación de 0,25 plantas/m², aproximadamente

A continuación, se muestra un esquema con la distribución de variedades y plantas en la superficie de cultivo bajo malla.



3.2. Emparrado.

Se instaló un tutor vertical de caña a cada uno de los esquejes y se fueron guiando hasta los alambres de un emparrado que se instaló a 1,65 m de altura, consistente en tres alambres de acero de Ø 2 mm embutidos en manguera de riego usada de polietileno. El alambre central se apoyaba en los tubos verticales del invernadero y se situaron otros dos laterales a 30 cm. En las fotos 19, 20 y 21 se muestra el inicio de la plantación, se aprecia cómo se realizó el guiado de las plantas y detalles del emparrado.

Foto 17: Instalación segunda malla sombreo



3.3. Riego y fertilización.

El cultivo es poco exigente en agua. Al estar la plantación bajo malla, cubierto el suelo por malla antihierba en su totalidad que reduce la evaporación y recibir los aportes de lluvia, los riegos no comenzaron hasta que el desarrollo vegetativo de nuevos cladodios se hizo extensivo a todas las plantas. Estos primeros riegos se dieron en el mes de mayo, a razón de dos riegos semanales de unos treinta minutos de duración, tres riegos semanales desde inicio de julio hasta mediados de octubre y un riego semanal hasta primeros de diciembre. Los datos que se han tomado como referencia corresponden al riego del cultivo de 2018, en el que el volumen de producción ya fue considerable y en el que todavía se regaba la plantación con tres goteros de 3,8 l/h por planta. Se comparó su aporte hídrico total, 310 l/planta y año, con el riego de las tres líneas en las que se establecieron 2 goteros de 4 l/hora por planta, que fue de 234 l/planta y año. La precipitación media en el año 2018 recogida en la estación meteorológica AL91, ubicada en

la pedanía de Leiva, Mazarrón, a 3 kilómetros de distancia del cultivo fue de 270,30 l/m² (Fuente *siam.imida.es*).

Foto 18 Detalle de la disposición de los goteros de 4 l/h



3.4. Poda

3.4.1. Poda de formación

La planta se condujo verticalmente, eliminando los brotes laterales. A una altura de aproximadamente 1,70 m se procuró dejar 4 brotes laterales o, en el caso de no existir, se descopó la yema apical para promover la brotación lateral.

Estos brotes laterales se dirigieron hacia el emparrado en diagonal y haciéndolos pasar por encima de los alambres para después dejarlos colgar, en direcciones opuestas entre sí. Desde este momento se les permitió crecer libremente y se conservaron todas sus brotaduras laterales durante el primer periodo estival.

3.4.2. Poda de conservación

El primer año se eliminaron todos los brotes laterales del tallo central. En la segunda primavera se recortaron los tallos que se aproximaban al suelo, todos los brotes laterales y basales, los tallos que crecían en vertical fuera del alcance de los operarios y los que crecían hacia el interior de la planta con ausencia de luz y también con dificultad para la polinización y recolección.

En primaveras posteriores se cortaron desde su nacimiento todos los tallos verticales y los que no guardaban una separación mínima de 40 cm uno de otro, procurando que todos tuviesen sus areolas expuestas a la luz.

3.4.3. Poda de fructificación

La pitaya produce en tallos de un año; es posible que en la primera primavera broten flores pues el material vegetal que se planta ya puede diferenciar yemas productivas. Estas flores podemos polinizarlas, aunque su número sea muy escaso.

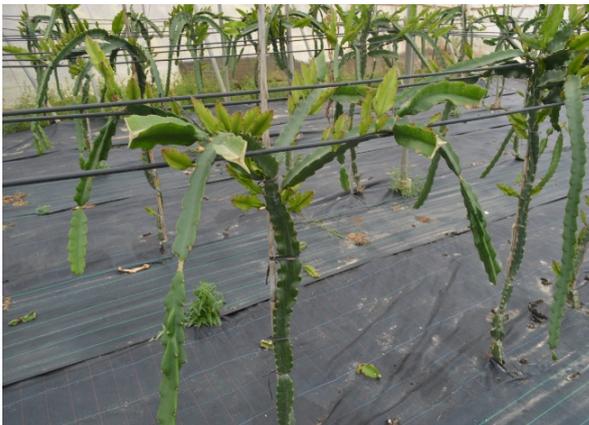
Foto 19: Guiado



Foto 20: Detalle del emparrado



Foto 21: Planta ya formada



En el segundo año ya presentarán todas las plantas alguna flor. Como su vigor suele ser suficiente podemos favorecer la fructificación, aunque en conjunto todavía no representen una producción comercial, no por su calidad sino por su volumen.

Los tallos de un año no deben ser podados, pero debemos clarear las ramificaciones próximas entre sí para distanciarlas a unos 40 cm.

Al ser la polinización manual eliminaremos todos aquellos tallos que crezcan en vertical fuera del alcance de los operarios, respetando los que crezcan horizontales sobre el parral y todos los verticales.

En la tercera campaña, durante la primavera y antes de la primera floración que se suele dar a primeros de julio en la variedad *H. undatus* y a primeros de junio en la variedad *JC01*, debemos clarear los tallos nuevos, dejando como reemplazo los que crezcan 1,5 m desde el suelo para siguientes campañas de fructificación y crecimiento vegetativo.

Tras la recolección, en parada vegetativa y en los meses de diciembre y enero, eliminaremos desde su inserción los tallos que ya hayan fructificado y que hayan llegado al suelo, o bien los seccionaremos a una altura de 1,5 m sobre el nivel del suelo si es que no tenemos suficientes tallos de reemplazo.

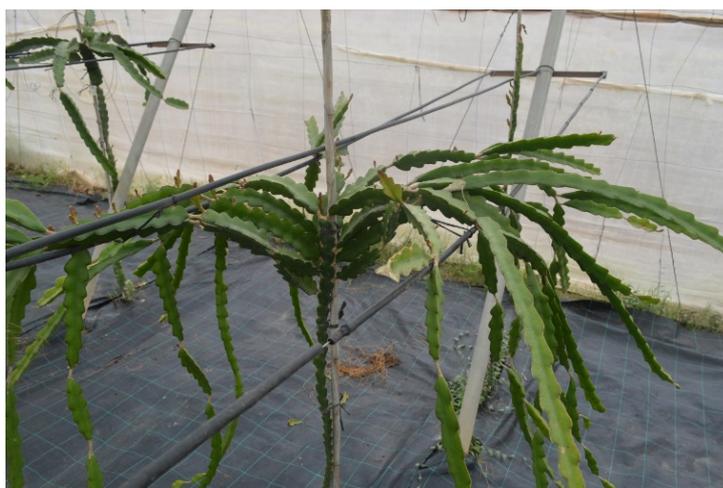
Foto 22: Plantas con necesidad de poda



Foto 23: Planta podada



Foto 24: Planta ya formada



Ya en la cuarta campaña, la planta estará en su máxima producción. La poda debe dirigirse según las recomendaciones anteriores procurando que la planta siempre presente tallos colgantes,

suficientemente aireados e iluminados, suprimiendo los que se crucen, crezcan hacia el interior, fuera del alcance de las manos del operario o presenten daños en su superficie.

4. Resultados

4.1. Polinización

La floración *H. undatus*, objeto principal del estudio, se presentó en oleadas, caracterizándose por florecer una pequeña cantidad y en los siguientes 2-3 días después florecer casi todas las demás y quedando un pequeño remanente que florece escalonadamente en los 4-7 días siguientes.

Una vez polinizada la primera floración no se volvió a producir una segunda oleada hasta primeros de agosto, con características similares. En septiembre se produjo una tercera floración uniforme, de menor cuantía, siendo ésta, la última de la temporada.

La floración no fue uniforme en todas las plantas, quedando algunas sin florecer y hacerlo posteriormente.

En su hábitat natural, la polinización es alógama, y gracias a la contribución de pequeños murciélagos y polillas de gran tamaño que se alimentan de su polen. Al presentar la flor el estigma unos 2 cm por encima del nivel de las anteras y al ser el diámetro de la flor de unos 15-18 cm, no es posible que sean polinizadas eficazmente por los insectos presentes en nuestras latitudes, pues las abejas y abejorros recogerían el polen y podrían salir en vuelo sin siquiera tocar el estigma, como se puede apreciar en la foto 25.

Foto 25: Abejas observadas en el cultivo



Además, la flor inicia su apertura sobre las 20:00 P.M, permanece abierta toda la noche y se cierra sobre las 10:30 A.M., aunque fue posible polinizar flores recién cerradas ejerciendo su apertura manualmente.

A pesar de las dificultades, las variedades estudiadas presentaron buena respuesta a la fecundación, aunque en este caso los frutos son siempre de menor calibre, pero aptos comercialmente.

La polinización realizada entre las 06:30 A.M y las 10:00 A.M con polen de la misma variedad, pero de plantas distintas, produjeron frutos de un peso medio de 230 gramos, todos con valor comercial; en el periodo de seguimiento del cultivo la polinización con polen de *H. undatus* dio frutos con un peso que osciló desde los 130 hasta los 500 gramos,

En las fotos 26 a 31, se muestran la diferencia entre yema vegetativa y yema a flor, seguidas de diferentes estadios de desarrollo floral.

Foto 26: Yema vegetativa



Foto27. Yema de flor

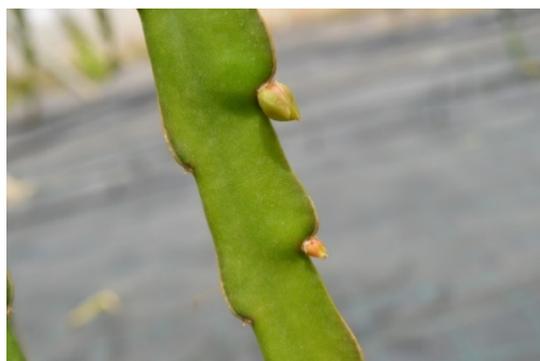


Foto28: Inflorescencias a mitad de su desarrollo

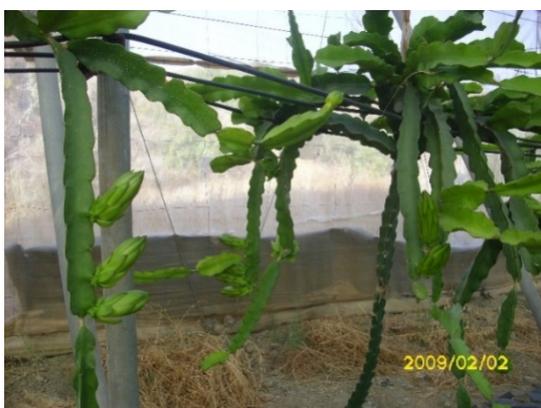


Foto29: Inflorescencias a 3-5 días de su apertura



Foto 30: Flores a punto de abrir



Foto 31: Detalle del estigma sobrepasando las anteras



Cuando coincidieron las floraciones de *JC01* y *H. undatus*, se usó como polinizador *JC01* y como receptor *H. undatus*, obteniendo siempre un calibre superior en los frutos. Así el peso medio de frutos estuvo por encima de los 350gramos. Lamentablemente, esta coincidencia no fue habitual y cuando se produjo en unas pocas flores, su polen no fue suficiente para atender la demanda de polinización de *H. undatus*.

En las fotos 32 y 33 se puede apreciar que los frutos marcados con una cinta de rafia negra presentaron mayor tamaño que los otros, habiendo sido polinizados en el mismo día, pero con polen de *JC01* (gráfica 1).

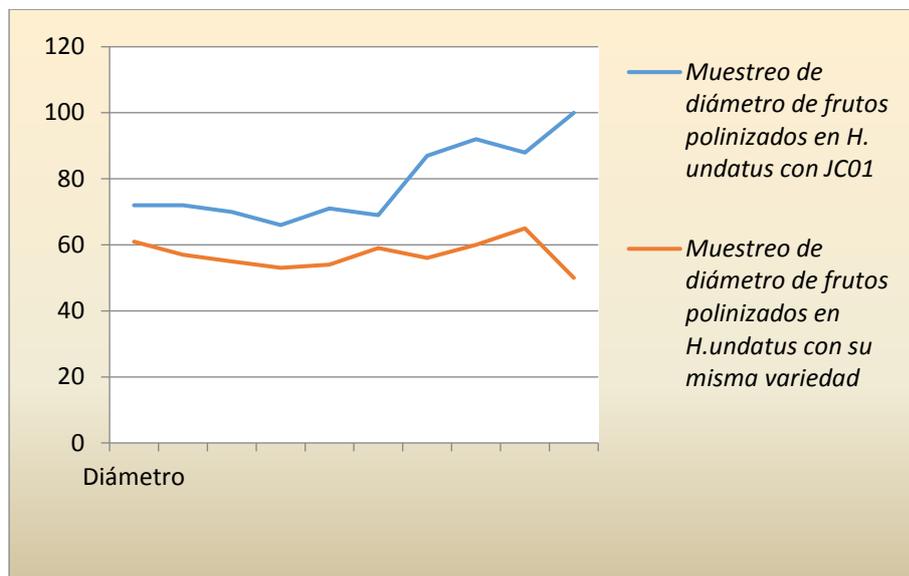
Foto 32: Diferencia de diámetro entre frutos polinizados con polen *JC01* y *H. undatus*



Foto 33: Diferencia de diámetro entre frutos polinizados con polen *JC01* y *H. undatus*



Gráfico 1: Comparación diámetro frutos polinizados con JC01 y *H. undatus*



Los frutos de *H. undatus* polinizados con polen de *JCO1* aumentaron su diámetro medio en torno a un 20% respecto a las flores fecundadas con polinización con polen de su misma variedad. El diámetro medio de los frutos registrados fue de 75 mm polinizados con *JCO1* y de 63 mm polinizados con *H. undatus*.

La técnica utilizada para la polinización que mejor resultado ofreció se describe a continuación:

- En un recipiente de boca ancha se recogía polen sacudiendo manualmente varias flores abiertas y procurando que fuesen de plantas distintas.
- Posteriormente se rellenaron pipetas de laboratorio, como las de la foto 34, con el polen recolectado.
- Con el polen recolectado de 10 flores se abastecía la carga de una pipeta.

Foto 34: Pipetas Pasteur con el polen utilizado para la polinización manual



- Cada pipeta tiene un volumen de 10 cm³ y fue suficiente para polinizar unas 60 flores de promedio.
- Se consiguió polinizar, con floración abundante, unas 400 flores por persona en una hora de trabajo, reduciéndose a unas 250 flores hora en los días posteriores a plena floración.

En las sucesivas fecundaciones coincidieron distintos incidentes climatológicos de especial relevancia que merecen ser destacados:

La primavera de 2018 fue inusualmente fresca y solamente se produjo una fuerte floración a inicio de agosto, seguida de otra en el mes de septiembre de menor número de flores. En los gráficos 2 y 3 se muestran las temperaturas previas comparadas con la primavera de 2019.

Gráfico 2: Temperaturas medias 01/04/18 a 31/05/18

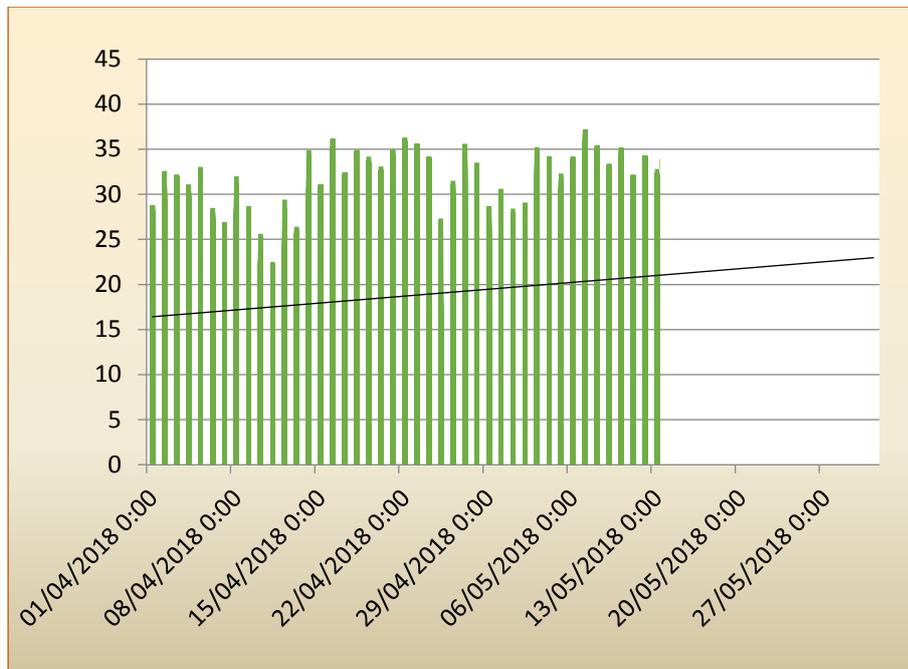
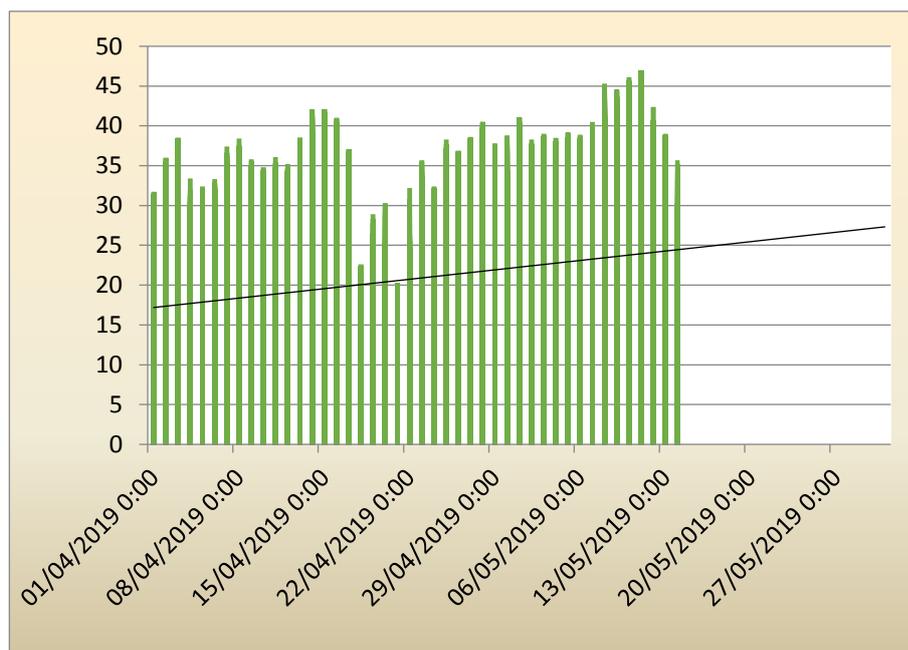


Gráfico 3: Temperaturas medias 01/04/2019 a 31/05/2019



Durante la fecundación de octubre de 2018 la humedad relativa fue muy alta, las flores fueron fecundadas, pero los pétalos se quedaron pegados al fruto en desarrollo y comenzaron a infectarse de hongos, por lo que hubo que proceder a su retirada manualmente (gráfico 4).

En la polinización de primeros de agosto de 2019, se produjo un chaparrón, el estigma de las flores se mojó, pero al haber recogido previamente suficiente polen se pudo completar la polinización, aun con el estigma mojado y todas las flores polinizadas fecundaron.

El porcentaje de flores polinizadas y abortadas fue tan pequeño que no se llegó a cuantificar y posiblemente las pocas flores que abortaron no llegaron a ser polinizadas. Las imágenes 35 y 36 muestran inflorescencias en desarrollo y flor abortada.

Gráfico 4: Humedad relativa (%) en el mes de octubre 2018

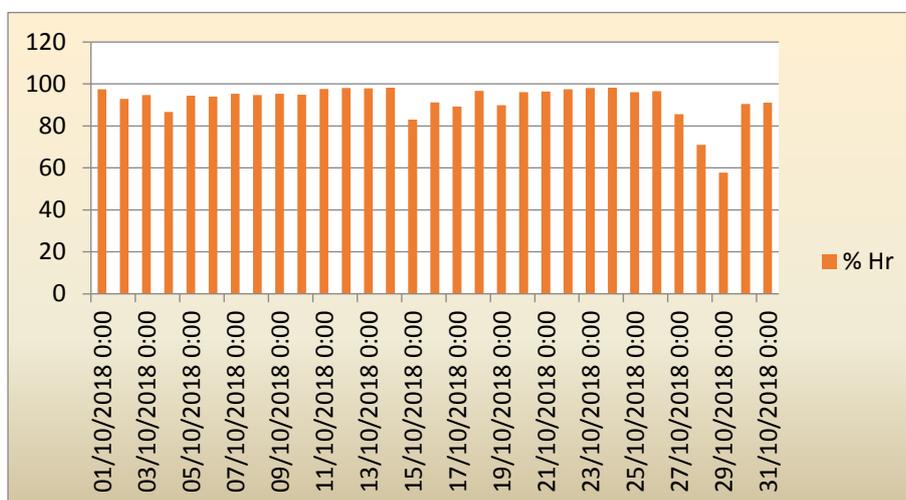


Foto 35: Inflorescencia a mitad de su desarrollo



Foto 36: Flor abortada

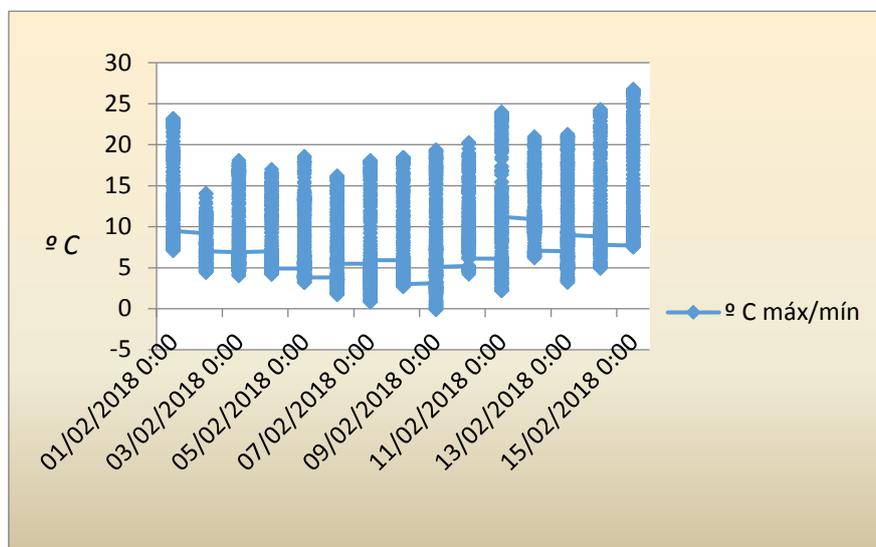


4.2. Fructificación

Al efectuar la plantación con esquejes maduros de un año, en el primer verano ya ofrecieron algunos frutos, alcanzando una producción destacada en el verano de 2018 y su plena producción en el verano del 2019.

En cuanto a la variedad *H. purpusii* que se plantó inicialmente con la perspectiva de actuar como donante de polen no se ha podido hacer ninguna polinización pues murieron todas las plantas tras el invierno de 2017-2018, en el que se registraron temperaturas mínimas próximas a 0°C (gráfico 5).

Gráfico 5: Periodo más frío durante el cultivo



Durante el primer y segundo verano, es de esperar una producción escasa pues, como ya se ha indicado anteriormente, la pitaya florece en cladodios de un año o más y los que presenten en este momento serán de un año o menor tiempo. Algunas plantas ni siquiera produjeron botones florales. No obstante, los frutos producidos fueron perfectamente comercializables. Ya en la

tercera campaña la producción será de suficiente importancia como para cubrir los gastos anuales de producción y en la cuarta la producción será rentable.

En esta tercera campaña la floración se inició a primeros de julio en una sola oleada muy uniforme, aunque muy abundante.

En el cuarto verano se registraron tres oleadas, desde mediados de junio hasta septiembre, siendo el grueso la de julio.

En las tablas 1 y 2, se recogen las fechas anuales promedio de diferenciación de yemas, polinización y recolección, así como el intervalo medio de días entre los tres estadios citados. En el periodo estudiado han sido tres floraciones anuales como máximo, las que se dieron.

Se puede observar la falta de coincidencia en las floraciones de ambas variedades y, aunque en la primera decena de julio parecen coincidir, al ser flores de una sola noche es difícil que coincidan suficientes flores de *JCO1* abiertas como para polinizar a una floración abundante de *H. undatus*, por ello, como ya se ha comentado, es interesante el estudio de la conservación del polen a baja temperatura.

Como ya se ha indicado anteriormente, la primavera de 2018 fue poco calurosa y no se produjo la primera oleada de flor en *H. undatus* esperada para primeros de julio y se retrasó a primeros de agosto, aunque fue muy abundante. Julio y agosto de este mismo año fueron calurosos y solamente hubo una segunda y última floración a primeros de septiembre. En cambio, la primavera de 2019 fue más calurosa y sí se produjo la primera oleada de flor a primeros de julio, siguiendo posteriormente otra en agosto y septiembre, con pequeñas floraciones intercaladas de plantas que no habían florecido.

Tabla 1: Calendario anual de floración, polinización y recolección H. undatus

<i>H. undatus</i>	Diferenciación de yemas	Días promedio	Polinización	Días promedio	Inicio recolección	Fin recolección
1ª COSECHA	1ª decena de julio	22	última semana julio	30	22-ago	7-sep
2ª COSECHA	1ª decena de agosto	21	1ª semana septiembre	35	09-oct	21-oct
3ª COSECHA	1ª semana de octubre	24	Última semana de octubre	35	30-nov	13-dic

Tabla 2: Calendario anual de polinización, floración y recolección JC01

JC01	Diferenciación de yemas	Días promedio	Polinización	Días promedio	Inicio recolección	Fin recolección
1ª COSECHA	1ª quincena junio	26	1ª decena julio	30	01-ago	10-ago
2ª COSECHA	1ª decena julio	27	1ª semana agosto	30	02-sep	20-sep
3ª COSECHA	Mediados septiembre	30	Mediados de octubre	35	28-oct	10-dic

De esta consecuencia y observando las gráficas de temperaturas que cubren el periodo de 1 de abril a 31 de mayo de 2018 y 2019 (gráficos 2 y 3 presentados anteriormente), se puede deducir que las temperaturas son determinantes para la diferenciación de la yema a flor.

Con el objetivo de comprobar si habría diferencia en la producción bajo la influencia de distintos aportes hídricos y proceder a evaluar si el menor aporte de agua influía en la producción, se procedió en el tercer año de cultivo, 2018, a tomar la medida del diámetro de todos los frutos de las líneas objeto de ensayo (F8, F11, F14), con dos goteros de 4 l/h por planta y una superficie ocupada de 93,75 m², y de otras tres contiguas (F7, F10, F13), con tres goteros de 3,8 l/h por planta y una superficie ocupada de 96,88m². No se recogieron los datos del peso real de los frutos pues hubiera supuesto dificultar la comercialización de la producción de numerosas plantas porque la recolección se fue haciendo escalonada y no se pudo cuantificar la producción real.

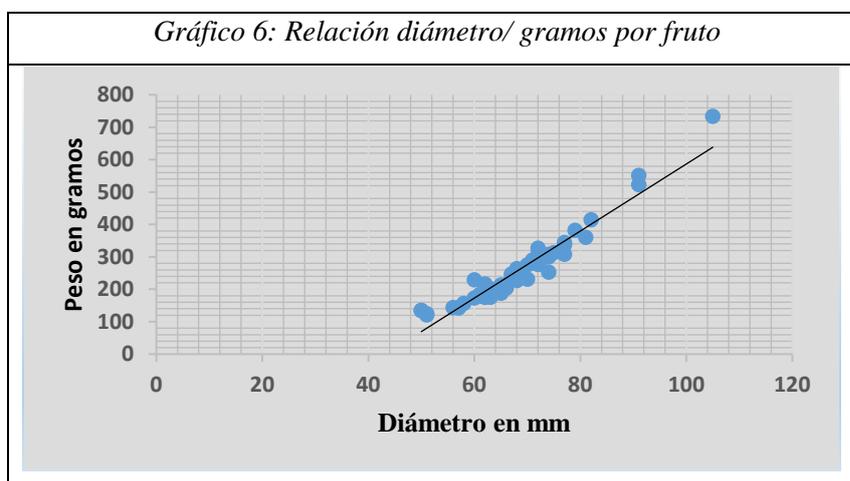
Foto 37: Detalle medición diámetro fruto



Los kilogramos de fruta presentados en la tabla 4 son estimados y para ello se ha utilizado la siguiente correlación, obtenido de los datos reales de diámetro y peso tomados de otros 60 frutos a lo largo del trabajo, donde la variable y es el peso estimado y la variable x es el diámetro del fruto.

$$y = 0,1222x^2 - 7,4079x + 182,21$$

$$R^2 = 09694$$



4.3. Riego

En la tabla 3 se presentan los datos estimados correspondientes a la producción de primera cosecha del año 2018. En ella se comparan el número de frutos el diámetro medio el rendimiento y la producción total. De la tabla se deduce que aumentó el número de frutos, disminuyó su diámetro medio, así como el rendimiento y la producción total, por lo que parece que la opción más recomendable es la de riego con 2 goteros de 4l/h. Un aspecto sobre el que si se observó un efecto positivo fue el ahorro de agua, estimado en entorno a un 30% (tabla 4).

Tabla 3: Datos de la producción de la primera cosecha de 2018 en función del número de goteros y caudal de riego

	Nº de frutos	Ø medio	Kg/m2 estimados	Kg estimados totales
2 goteros	124	66,00	0,25	27,97
3 goteros (testigo)	127	57,67	0,18	20,50

Como el número de frutos que ofrecieron en ambos sistemas de riego fue similar se puede comparar y verificar un incremento en la producción con la configuración de goteros de 4 litros/hora.

<i>Tabla 4: Comparación del incremento de producción con riego 8 l/hora frente a riego de 11,4l/hora</i>		
<i>Incremento Ø medio</i>	<i>Incremento Kg/mes estimado</i>	<i>Ahorro de agua a igual tiempo de riego</i>
<i>+12,6 %</i>	<i>+35%</i>	<i>-30 %</i>

4.4. Recolección

La recolección del fruto se puede iniciar como promedio a los 25-33 días de su polinización, dependiendo de las temperaturas medias, siendo su punto óptimo de madurez y sabor cuando la epidermis presenta un rojo brillante y el dedo tiende a hundirse suavemente ante una ligera presión. Dado que el fruto no es climatérico, si se recolecta antes no seguirá madurando, aunque su aspecto externo sea atractivo para el consumidor.

Los frutos se recolectaron cortando una pequeña porción del cladodio justo en el punto de inserción del fruto, que luego se retiraba antes del envasado; esta herida cicatrizará sin dificultad.

Al fruto recolectado, para mejorar su presentación comercial, se le recortaron las puntas de las brácteas que generalmente ya estarán amarilleando o incluso marchitas.

En la producción de otoño es aconsejable cesar la fertirrigación una vez que el fruto ya ha tomado color rojo brillante y mantenerlo en la planta hasta Navidad, dado el incremento de precio que experimenta en esa época.

4.5. Plagas, enfermedades y daños fisiológicos.

Durante el periodo de cultivo el principal problema que se registró fue el ataque de pulgón. Al comienzo de la diferenciación de las yemas a flor éstas emiten una sustancia azucarada que atrae a los pulgones y a las hormigas, ejerciendo las primeras una labor de dispersión y pastoreo. Las yemas florales pronto se cubren de pulgón que afecta hasta el desarrollo y maduración del fruto, ennegreciéndolo y amarilleando sus brácteas, perdiendo valor comercial por su aspecto exterior.

Se solucionó el problema con espolvoreo al suelo de cipermetrina 0,5 % p/p, dirigida a la base de las plantas, reduciendo la presencia de hormigas y la dispersión del pulgón. La fuerte

presencia de pulgones se trató con dos pulverizaciones de ®*MatrinalFruit*, no residual, compuesto de extracto vegetal 8% y lisina 3%, a la concentración de 400cc/hl, aplicado en pulverización dirigida a los frutos que actuó limpiando de melaza la planta, la vez que nutriéndola. No se registró ninguna otra presencia de insectos.

Foto 38: Pastoreo de pulgones por hormigas

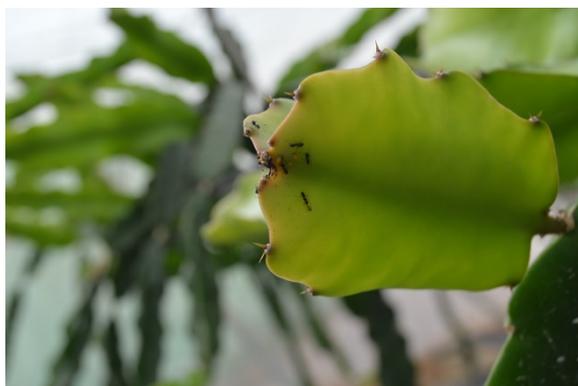


Foto 39: Ataque de pulgón



Foto 40: Frutos maduros depreciados por el ataque de pulgón



En cuanto a la presencia de hongos, se registró la presencia de *Botrytis spp.* en algún fruto poco ventilado y expuesto al norte, al igual que en algunos tallos (fotos 41 a 44).

No se aplicó tratamiento fungicida alguno, únicamente se retiraron los frutos y tallos afectados sin que la enfermedad se extendiese.

En los tallos y en algunos frutos aparecieron unas manchas de tono amarillo que derivaron a una areola anaranjada con una necrosis en el centro (fotos 43 a 46). No se determinó si su naturaleza es fúngica, pero sí se ha observado que se desarrollan después de un periodo de bajas temperaturas.

Foto 41: Necrosis por *Botrytis* sp.



Foto 42: *Botrytis* sp. en fruto



Foto 43: *Botrytis* sp.



Foto 44: *Botrytis* sp.



Entre los daños fisiológicos de origen climatológico encontramos la insolación y el frío. La insolación provoca amarilleamiento de los cladodios en toda la longitud expuesta, que puede llegar a provocar que el interior carnoso se torne acuoso. En la imagen siguiente se muestran unos esquejes en fase de cicatrización para su posterior trasplante y se aprecia como los expuestos a la luz solar directa se han dañado.

En cuanto a los daños por frío, se ha de destacar que la plantación soportó el invierno de 2017, especialmente frío en el sureste, en el que se produjeron nevadas en el lugar de cultivo. Tras una noche donde la temperatura bajó de 4° C alcanzando valores negativos durante un periodo superior a 4 horas, se advirtió necrosis por frío en numerosos cladodios y en los tallos de varias plantas. Se puede apreciar en las fotos 49 y 50 la porción del cladodio necrosada tras tornase previamente acuosa de un color amarillo claro. Las plantas que fueron afectada en el tallo principal pudieron seguir cultivándose pues el centro del tallo actúa como el tronco de una especie leñosa y sigue cumpliendo la función de transporte de agua y nutrientes a las partes de la planta que no han sido dañadas (foto 53). La variedad *H. undatus* soportó mejor el frío que *JC01*.

Otro problema importante que se presentó en el cuarto año de cultivo fue la deshidratación progresiva de algunas plantas de *JCO1* y *H. undatus*. Al asfixiarse las raíces por un exceso de humedad favorecido por una depresión del terreno y la escasa evaporación bajo la manta anti hierba, las raíces y el conducto del tallo principal fueron afectados por hongos del género *Phytophthora spp.* Como estas plantas almacenan gran cantidad de reservas hídricas en los cladodios se completó la maduración de los frutos. Por ello, en la nueva plantación que se puso en marcha, las plantas se situaron sobre caballones cubiertos de manta antihierba, dejando al descubierto los pasillos, según se aprecia en la foto 56.

Foto 45: Punteado indeterminado



Foto 46: Punteado más desarrollado



Foto 47: Punteado, daño en fruto



Foto 48: Punteado, daño en fruto



Foto 49: Daño por frío



Foto 50: Necrosis por frío



Foto 51: Daños por insolación



Foto 51: Daños por frío en tallo principal



Foto 51: planta deshidratada



Foto 54: sistema radicular destruido por Phytophthora spp.



Foto 55: detalle del conducto central de savia



Foto 56: solución adoptada para prevención de la asfixia de las raíces.



4.6. Comercialización

La primera cosecha, 2017, fue muy escasa y los frutos se distribuyeron entre unos pocos compradores en la localidad y a domicilio; las siguientes cosechas se suministraron a fruterías de Cartagena y Totana, demandando toda la producción, que superó los tres mil frutos en la última cosecha estudiada de 2019.

La comercialización es un apartado importante del cultivo pues es una fruta poco conocida en el entorno y se debería orientar su comercialización hacia el exterior, además de promocionarla su consumo interior.

La distribución del producto la realizó el propio dueño, a domicilio, dado el volumen reducido de producción. No obstante, sería interesante el explorar canales de distribución hacia mercados con clientela nacional y extranjera.

Actualmente, el mercado mayorista MERCABARNA, en Barcelona, es un referente en cuanto al volumen y precio de esta fruta. En la tabla 6 se muestran las estadísticas que ofrece este mercado en su web (<https://www.mercabarna.es/es/>).

Este mercado se nutre de producción sudamericana y asiática principalmente, aunque se está incrementando la producción nacional de provincias como Almería, Cádiz, Barcelona, Valencia y Toledo.

El mercado de Madrid, donde el volumen de mercancía es menor, con procedencia únicamente de países sudamericanos, alcanzó precios medios superiores.

En las tablas 5 y 6 se muestra el volumen y precio medio de los últimos 5 años en ambos mercados (Fuente. www.mercabarna.es ; www.mercamadrid.es).

Tabla 5: Datos anuales MERCABARNA

Año	Kg totales	Precio medio €/kg
2015	66514	3,98
2016	16050	3,01
2017	7756	2,75
2018	19222	2,7
2019	58226	2,7

Tabla 6: Datos anuales MERCAMADRID

Año	Kg totales	Precio medio €/kg
2015	13021	7,73
2016	10500	8,00
2017	10480	9,51
2018	250	9,00
2019	8050	8,67

4.7. Envasado

Las actuaciones en el fruto previas a su envasado consistieron en retirar los sépalos secos que normalmente siguen adheridos; se recortan los ápices amarillentos de las brácteas hasta su parte verde y se clasifican por tamaño.

La presentación del fruto se hizo en cajas de cartón abiertas y acolchados con viruta de madera. Su capacidad era nueve frutos de un peso medio de 250-300 gramos y de 6 frutos para pesos superiores.

4.8. Conservación

Se pudo comprobar que los frutos se conservaron a temperatura ambiente, aproximadamente 27° C, hasta dos semanas, y en frigorífico doméstico a 4° C se conservaron hasta 25 días, sin pérdida de calidad en la pulpa ni presencia exterior. Se deduce que es una fruta con unas cualidades excelentes para su exportación.

4.9. Costes de cultivo y previsión de ingresos

El estudio de viabilidad económica del cultivo no ha sido un objetivo preferente en el desarrollo de este trabajo, no obstante, parece procedente el mostrar algunos parámetros de los

que se dispone suficiente información para estimar la valoración de los costes anuales de cultivo, así como las expectativas de ingresos.

Tabla 7: Costes de labores de cultivo anuales al marco estudiado

Labores de poda de formación y mantenimiento	0,60 €/m ²	2,25 €/planta
Coste de polinización	0,32 €/m ²	0,04 €/flor
Coste de recolección y envasado	0,70 €/m ²	0,40 €/kg
Coste total anual	1,62 €/m²	6,10 €/planta

La producción conseguida se refleja en la tabla 8, con el marco de plantación establecido de 1,25x2,50 m²/planta.

Tabla 8: Producción anual registrada

Año	Kg totales	Kg/m²	Promedio kg/planta
3° (2017)	350	0,86	3,21
4° (2018)	630	1,54	5,78
5° (2019)	710	1,74	6,51

Con estos datos de producción se podría esperar un rendimiento de 18-20000 Kg/ha mediante polinización de *H. undatus* con polen de su misma variedad, pero de plantas distintas, y al marco estudiado.

Como se puede observar en las tablas 5 y 6 el precio de venta puede oscilar de 2,70 €/kg a 9 €/kg, por tanto, se cubrirían los gastos directos de cultivo ya en la tercera cosecha.

5. Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo se deduce que es un cultivo que se adapta bien a la climatología del litoral de nuestra región, que al no demandar una mano de obra continua se puede establecer como complementario a otros cultivos con más arraigo en el sector hortofrutícola.

En nuestras latitudes es indispensable el cultivo bajo una estructura que se pueda cubrir de malla, para establecer un sombreado de un 40-50%.

Sería interesante el poder cubrir con plástico el cultivo desde el mes de mayo a junio, sobre todos en primaveras poco calurosas, con la intención de no perder la floración de primeros de julio.

El sistema de riego debería ser localizado con los puntos de emisión situados a unos 30 cm del pie, con emisores de 3,8 l/h.

El emparrado debería situarse a una altura máxima de 1,70 cm del suelo, para facilitar las labores de recolección.

Se debe prever la disponibilidad de abundante mano de obra en los días de polinización.

Igualmente es necesario efectuar un estudio dirigido a ensayar métodos de polinización más eficientes y al estudio de la conservación del polen recolectado para poder utilizarlo en días posteriores.

En cuanto a fertilización sería conveniente estudiar diversos patrones dirigidos a incrementar el contenido de azúcares al tiempo que se contenga el desarrollo vegetativo.

Es un cultivo que se podría adaptar perfectamente a un sistema de cultivo biológico incrementando así su valor comercial.

Sería interesante el efectuar diversos ensayos de adaptación de nuevas variedades, la selección de cultivares mejor adaptados y la posibilidad de efectuar injertos de variedades polinizadoras en pies vigorosos.

Al ser las plantaciones actuales de poca superficie y al haberse comprobado que la polinización cruzada entre distintas variedades mejora el tamaño de los frutos, se da la necesidad de organizar un canal de distribución de polen entre los potenciales productores.

Es necesario iniciar una campaña de marketing del producto para darlo a conocer en el mercado nacional. Tendría buena aceptación pues es vistoso, de paladar delicado, fácil de manipular, excelente conservación y por su composición se le atribuyen amplias propiedades beneficiosas para la salud.

Dada su buena productividad y escasos gastos, es un producto rentable, aunque se llegase a una reducción en los precios de venta.

6. Bibliografía

- Coello, A, Hernández, C. 2010. Introducción al cultivo de la pitaya en Tenerife. Breve revisión bibliográfica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife 8 pp.
- Coello, A, Hernández, C., Galán, V. 2013. Variedades de pitaya roja. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. 18 pp.
- Coello, A, Hernández, C. 2016. *El cultivo de la pitaya*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. 90 pp.
- Mizrahi, Y., Nerd, A. 1999. Climbing and columnar cacti: New arid land fruit crops. J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press Alexandria, VA: 358-365.
- Nobel, P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. 211 pp.