



El cultivo de la pitaya

Clemente Méndez Hernández y Águeda Coello Torres

Noviembre 2016

EDITA Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural.
Área de Agricultura, Ganadería y Pesca. Cabildo de Tenerife.

AUTORES Clemente Méndez Hernández
Águeda Coello Torres

COLABORADORES José Manuel Hernández Abreu
Víctor Galán Saúco.

FOTOGRAFÍAS De los autores

DISEÑO Y MAQUETACIÓN Gráficas Sabater

IMPRIME Gráficas Sabater

ISBN 978-84-87340-91-8

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a D. José Manuel Hernández Abreu, Jefe del Servicio del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife hasta Mayo de 2011, su confianza y tenacidad en el cultivo de la pitaya desde que se inició su estudio en el año 2005. Además, sus correcciones y aportaciones a este libro han contribuido a su mejor entendimiento.

Al Dr. D. Víctor Galán Saúco del Departamento de Fruticultura Tropical del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias hasta 2014. Sin él no habría sido posible iniciar el estudio de la pitaya. Sus conocimientos y curiosidad hicieron que trajese las especies de pitaya roja desde Isla de la Reunión y Guatemala. Gracias por cedernos estas plantas y por todas las aportaciones durante su estudio.

A D. Bernardo García Cruz, agricultor que nos cedió una parte de un invernadero durante cinco años para hacer ensayos. Este agradecimiento lo hacemos extensible a todos los empleados de la finca.

Al Dr. D. José Domingo Ríos Mesa, Jefe del Servicio del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife desde Noviembre de 2011, por su decidida convicción en la publicación de este libro.

A D^a Carmen Calzadilla Hernández, Coordinadora de Extensión Agraria del Servicio del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, por todas las correcciones realizadas.

Muchas gracias a todos.



Índice de contenidos

1. Introducción	09
• Características morfológicas principales	10
• Raíz	10
• Cladodios o tallos	10
• Flor	12
• Fruto	14
• Semilla	16
2. Necesidades del cultivo	17
• Respuesta a la temperatura	17
• Tolerancia a la luz	19
• Requerimientos hídricos y nutricionales	20
• Efectos de la salinidad	22
3. Polinización, problemática y soluciones a aportar	23
4. Sistemas de plantación. Densidad y marcos	29
5. Preparación de la planta para la siembra	33
• Efecto de la zona y edad del material vegetal de las estacas en el enraizamiento de <i>Hylocereus spp</i>	33
• Forma de realizar la plantación	34
• Recomendaciones para la plantación en Canarias	35
6. Operaciones de cultivo	39
• Riego y abonado	39
• Poda de formación, producción y saneamiento	40
• Polinización manual y recolección	43
7. Plagas, enfermedades y fisiopatías	45
• Plagas	45
• Enfermedades y Vírosis	46
• Fisiopatías	50

Resultados del ensayo de pitaya roja en el sur de Tenerife 2005-2009

1. Introducción	53
2. Fenología de la floración de la pitaya roja	57
• Fenología JC01	59
• Fenología JC02	60
• Fenología JC03	61
• Fenología JC05	62
• Fenología <i>H. undatos</i>	63
• Fenología <i>H. purpusii</i>	64
• Fenología <i>H. triangularis</i>	66
• Fenología <i>H. hibrydum</i>	67
3. Producción de las distintas pitayas rojas	69
• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC01	69
• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC02	72
• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC03	74
• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC05	76
• Polinizaciones y frutos obtenidos con <i>H. undatos</i>	78
• Polinizaciones y frutos obtenidos con <i>H. purpusii</i>	81
• Polinizaciones y frutos obtenidos con <i>H. hibrydum</i>	83
• Polinizaciones y frutos obtenidos con <i>H. triangularis</i>	85
• Análisis de las principales pitayas estudiadas	87
4. Bibliografía	89

1. INTRODUCCIÓN

La pitaya es una cactácea epífita y trepadora procedente de Centroamérica (norte de México a Colombia). En su lugar de origen se encuentra en los bosques, trepando a los árboles y fijándose a estos mediante raíces adventicias.

La familia de las cactáceas se divide en tres subfamilias: Pereskioideae, Opuntioideae y Cactoideae. La subfamilia Pereskioideae tiene 2 géneros y unas 18 especies; Opuntioideae tiene 2 géneros y cerca de 300 especies; y Cactoideae tiene 2 tribus (Hylocereae y Cereae) y poco más de 900 especies.

La tribu Hylocereae presenta, entre otros, 2 géneros: *Hylocereus* y *Selenicereus* que se conocen como pitayas o pitahayas. *Hylocereus* se conoce como pitaya roja (por el color predominantemente externo del fruto) sin presencia de espinas en el fruto; y *Selenicereus* conocida como pitaya amarilla (por el color externo del fruto) con presencia de espinas en el fruto (Britton y Rose, 1963; Barthlott y Hunt, 1993). Como curiosidad, *Hylocereus* en griego significa "planta en forma de vela que crece en el bosque".

Se han descrito hasta 18 especies de *Hylocereus spp.* Sin embargo, en la naturaleza existen numerosas plantas híbridas obtenidas como consecuencia de polinizaciones alógamas o cruzadas. A estas plantas se les conoce como variedades (cuando difieren de la planta madre) o clones (cuando la diferencia es mínima). Cuando una de las variedades- clones presenta alguna característica notable, se suele comenzar su cultivo y se denomina cultivar.

Desde Centroamérica, lugar de origen, se ha extendido su cultivo hacia distintos países. Uno de los primeros que se tiene noticia es Vietnam, donde fue llevado por los franceses hace más de 100 años y desde aquí fue trasladado a Isla de La Reunión (Francia). Sin embargo su interés como cultivo no se alcanza hasta la década de los 80 y desde Vietnam se ha extendido a Australia y Tailandia para luego ser introducido en Estados Unidos de América, Israel, Argentina y Nueva Zelanda en el siglo XX. Ya en el siglo XXI ha sido introducido de forma comercial en Canarias, aunque su presencia

es anterior, ya que se tiene constancia de su existencia en jardines donde se cultivaba por sus enormes y bellas flores, desconociendo en numerosas ocasiones que el fruto era comestible.

Las pitayas rojas que han sido estudiadas en Tenerife fueron introducidas por el Dr. Don Víctor Galán Saúco, siendo profesor de investigación del ICIA, en dos viajes de trabajo. Los clones JC01, JC02, JC03 y JC05 originarios de Guatemala 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.

• Características morfológicas principales

Una excelente descripción de las características de estas plantas que resumimos a continuación puede encontrarse en Mizrahi y Nerd, 1997.

• Raíz

Las raíces de las cactáceas son monosuculentas, presentando las pitayas dos tipos: las 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 ocasionalmente). Las raíces primarias crecen siguiendo el nivel del suelo, profundizan de 5 a 25 cm y su área de expansión es de aproximadamente 30 cm de diámetro. Las raíces secundarias se producen (en su lugar de origen) después de una prolongada sequía, siendo sus funciones el fijar y sostener las plantas a su tutor y absorber sustancias nutritivas y agua del ambiente.

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 conductividad hidráulica de las raíces disminuye hasta 10 veces con respecto al suelo seco, lo cual reduce la pérdida de agua desde los tejidos de la planta al suelo. 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.

• Cladodios o tallos

Son de consistencia suculenta, con los elementos del parénquima muy desarrollados. Asumen las funciones propias de las hojas, al estar constituida la epidermis por numerosos estomas y cloroplastos. El tallo es 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 cuya longitud dependerá del material del que se trate, variando desde 15 cm, 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.

Todas las pitayas estudiadas en Tenerife presentan superficie del cladodio lisa, con serosidad sólo en *H. purpusii*. El margen de los cladodios es ligeramente diferente entre especies, siendo convexo en la mayoría de los casos, excepto en JC02 y JC05 que es recto.

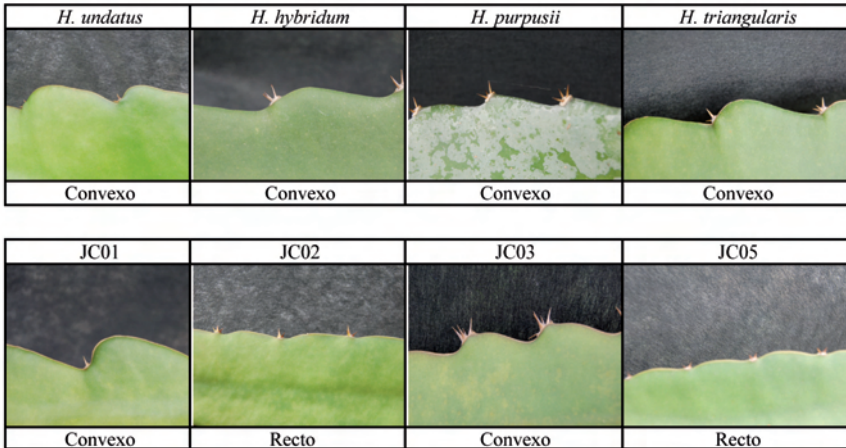


Foto 1. Detalle de las areolas

Otras características destacables de los cladodios son las referidas a las areolas y ancho de los cladodios.

Especie-clon	Areolas			Cladodio
	Distancia mm	Altura mm	Altura/Distancia	Ancho mm
<i>H. hybridum</i>	41,35 b	8,01 b	0,1981 ab	74,80 b
<i>H. purpusii</i>	33,80 c	7,16 bc	0,2138 a	82,54 a
<i>H. triangularis</i>	34,04 c	6,48 cd	0,1975 ab	66,59 c
<i>H. undatus</i>	44,19 b	7,95 b	0,1841 ab	75,46 b
JC 01	52,28 a	11,13 a	0,2124 a	60,68 d
JC 02	31,69 c	4,06 e	0,1291 c	42,00 f
JC 03	34,91 c	5,51 d	0,1625 bc	50,43 e
JC 05	43,23 b	3,73 e	0,0873 d	40,40 f

Nota: Las distintas letras indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

Como puede desprenderse de los datos anteriores, solo 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-clones, sin presentar diferencias apreciables. Las espinas largas están presentes en JC03 y *H. triangularis*, siendo más cortas en JC01 y de tamaño medio en el resto. 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.

JC03 es el clon que tiene mayor número de espinas, pudiendo llegar a tener 6, 4 largas y 2 pequeñas, *H. purpusii* presenta 5 espinas, 3 largas y 2 pequeñas, *H. triangularis* presenta 4 espinas largas, el resto de especies-clones presentan 3 espinas cortas.

• Flor

Las flores se producen en las areolas de los cladodios. Aunque existen diferentes tonalidades al inicio del desarrollo del botón floral, las brácteas florales cambian durante su desarrollo, siendo el color final característico de cada especie. Presenta un desarrollo exponencial. La yema, en general, es de forma elíptica estrecha y ápice angulado. 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.

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. El ovario es infero y unilocular, contándose para *H. undatus* una media de 7.200 óvulos. Los óvulos están conectados por un desarrollado y potente funículo a la pared del ovario.

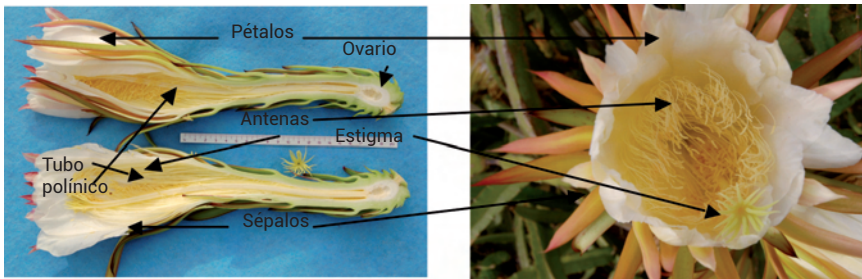


Foto 2. Partes de la flor

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. Las flores nacen en las axilas de las espinas, en las partes más expuestas a los rayos solares.

En Tenerife, las distintas pitayas estudiadas suelen florecer de mayo a octubre. La flor es efímera, ya que solo permanece abierta unas pocas horas antes de su dehiscencia. La antesis de la flor se suele producir sobre las 20 h y su cierre definitivo se produce en torno a las 11 h del día siguiente.

La intensidad rojiza de las yemas florales (en su estado de botón) puede usarse para distinguir a algunas *Hylocereus spp.*

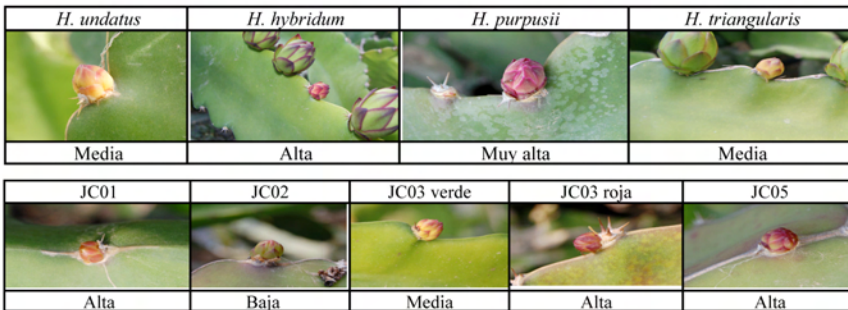


Foto 3. Intensidad rojiza de los botones de las yemas florales

Las principales características cuantitativas de las flores se pueden resumir en la tabla siguiente:

Tabla 2. Características de las flores

Especie-clon	Longitud flor cm	Longitud estilo cm	Ancho pericarpelo cm	Nº lóbulos estigma
<i>H. hybridum</i>	33,38 b	25,27 b	4,27 a	25,00 bc
<i>H. purpusii</i>	30,99 d	23,91 b	4,06 abc	28,00 a
<i>H. triangularis</i>	32,33 bcd	24,38 b	3,73 cd	24,40 bc
<i>H. undatus</i>	33,11 bc	23,78 b	4,06 abc	25,50 b
JC 01	31,39 cd	23,63 b	4,22 a	22,90 de
JC 02	35,95 a	27,80 a	3,76 bcd	19,90 f
JC 03 rojo	31,81 cd	24,32 b	3,18 e	21,70 e
JC 03 verde	36,41 a	24,38 b	2,71 e	23,80 cd
JC 05	37,20 a	28,12 a	3,62 d	19,60 f

Nota: Las distintas letras indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

Como puede observarse de la anterior tabla, no existen claras diferencias que permitan distinguir de forma inequívoca a las distintas especies de pitayas. En cuanto a la bifurcación de los lóbulos del estigma solo se encontró en *H. purpusii*. Los sépalos presentaron bordes rojizos en JC02, JC03 fruto rojo, JC05, *H. purpusii* e *H. hybridum*, siendo verdes en el resto. Para una mayor comprensión se exponen las distintas fotos.

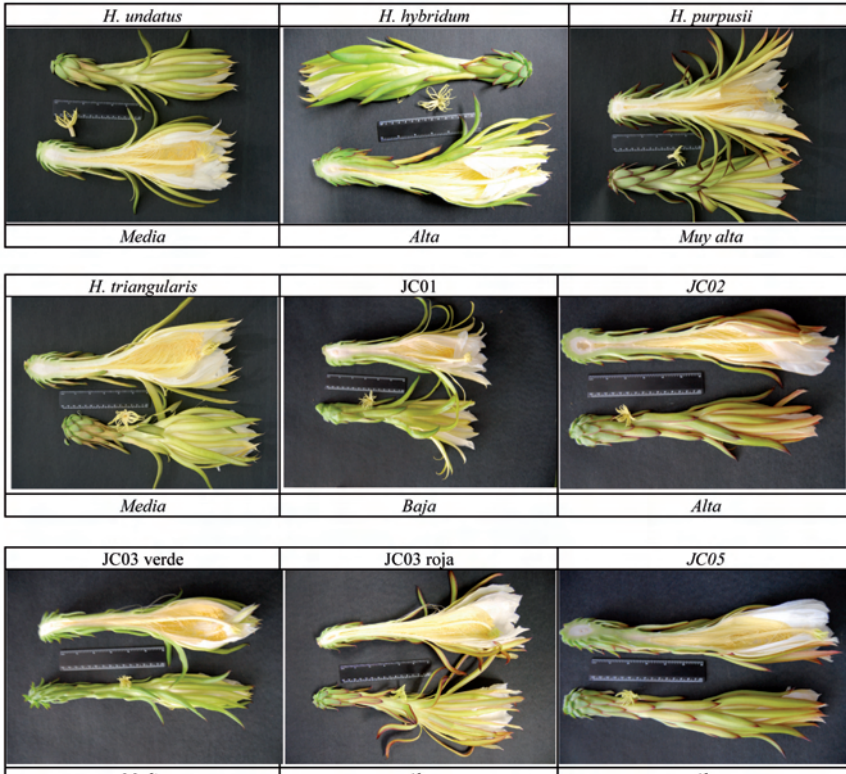


Foto 4. Intensidad rojiza de los sépalos de las distintas *Hylocereus* spp.

• Fruto

El fruto de la pitaya es una baya de forma ovoide, alargada y en algunos casos redonda. La cáscara está compuesta de formaciones salientes llamadas brácteas, las cuales son escamosas de consistencia carnosa y cerosa. La cantidad y tamaño varían dependiendo del material o clon del que se trate.

Las dimensiones del fruto son muy variables, van desde los 8 hasta los 16 centímetros de longitud y su peso varía entre 100 y 1.000 gramos.

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

- Una primera etapa sería aquella que se inicia con la fecundación de los óvulos por el polen y dura de 19 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas. En esta fase 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.

- Una etapa intermedia donde comienza una gran acumulación de sustancias de reserva y continúa el desarrollo de las semillas. Esta etapa suele durar unos 10 días.

- En la fase tardía los sólidos totales disueltos aumentan y decrece la acidez de la pulpa. Al final de esta etapa se produce el cambio de color del fruto a rojo. Esta etapa suele durar de 6 a 10 días.

Es importante conocer la fase de maduración fisiológica del fruto, puesto que el fruto de la pitaya es un fruto no climatérico; por lo tanto, las cualidades internas de la fruta no se alteran una vez cosechado. Si se recolectan frutos no maduros, su pulpa se quedará con alto contenido en ácido y bajo en azúcares, aunque el fruto puede variar de verde a rojo.

En la práctica la maduración fisiológica de un fruto se puede determinar básicamente cuando la cáscara del fruto pierde su brillantez y cuando se muestra blando al presionarlo manualmente. Las bases de las brácteas comienzan a colorearse.

Todas las pitayas estudiadas presentan un fruto con forma elíptica media, excepto JC03 verde que tiene forma elíptica estrecha, *H. hybridum* circular e *H. purpusii* ovalada. Además, el color predominante en las brácteas es rosa en *H. undatus*, *H. triangularis* y JC03 roja, púrpura en JC01 y rojo en el resto, presentando todas ellas brácteas parcialmente verdes.

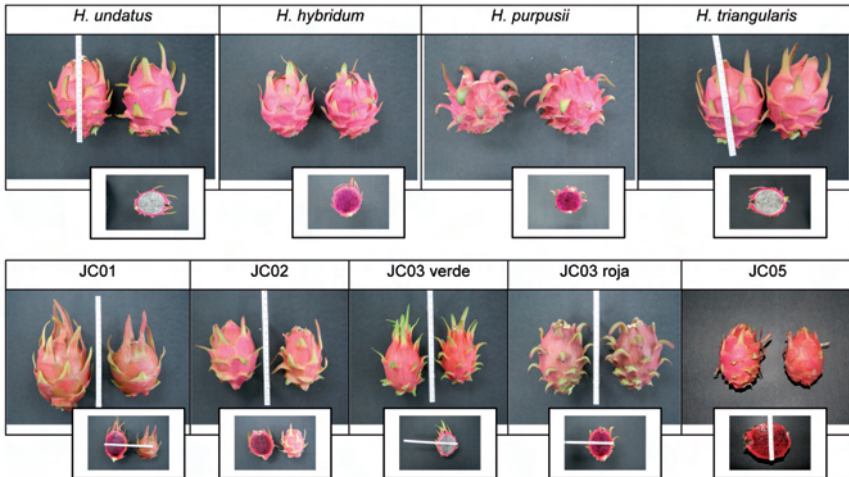


Foto 5. Forma externa y color de la pulpa de los frutos

En cuanto al color de la pulpa, en *H. undatus*, *H. triangularis* y en JC03 verde es blanco; violáceo-rojizo en JC01 y rojo en el resto destacando el rojo oscuro de *H. purpusii*. En cuanto a las otras características podemos distinguirlas en la siguiente tabla.

Especie	Sólidos solubles °Brix	Acidez pulpa pH	Acidez dada en % cítrico
<i>H. hybridum</i>	13,53 d	4,833 b	0,2498 de
<i>H. purpusii</i>	12,45 e	4,989 a	0,1787 f
<i>H. triangularis</i>	13,82 cd	4,856 b	0,2249 e
<i>H. undatus</i>	13,76 d	4,781 b	0,2417 de
JC 01	15,41 a	4,513 c	0,3030 c
JC 02	14,40 bc	4,327 d	0,5109 a
JC 03 rojo	14,02 cd	4,586 c	0,3122 c
JC 03 verde	14,74 b	4,598 c	0,2665 d
JC 05	14,57 bc	4,340 d	0,4725 b

Nota: Las distintas letras indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

Como puede observarse, JC01 aparece como la más dulce de todas, hecho que ha sido verificado por los consumidores, alcanzando la máxima nota en las catas realizadas. *H. purpusii* es la que mayor pH en pulpa presentó, mientras que JC02 es la que mayor acidez expresada en cítrico obtuvo al valorarla con hidróxido sódico 0,1 N.

• Semilla

Las semillas son de color café oscuro en la fase inicial del desarrollo del fruto y adquieren un color negro mate cuando el fruto está completamente maduro. Su forma es ovoide, siendo la parte interna de color blanco, de textura dura y superficie lisa.

La diseminación de las semillas se realiza principalmente por las aves, consideradas como el principal agente de propagación de toda la familia de las Cactaceae. Las semillas que ingieren las aves pasan por el tubo digestivo y no se digieren, siendo luego transportadas a distancias kilométricas con sus excrementos. Estas semillas poseen una elevada viabilidad y, por ende, un alto porcentaje de germinación. El peculiar comportamiento de las aves que después de haber comido la pulpa de las frutas, se limpian el pico, dejando adheridas las semillas sobre troncos, piedras, etc., facilita su posterior germinación, dando lugar a nuevos híbridos, que deben ser estudiados para la búsqueda y la obtención de nuevos materiales.

2. NECESIDADES DEL CULTIVO

• Respuesta a la temperatura

Debido a que su cultivo se ha desarrollado normalmente en zonas tropicales (Colombia, Vietnam, Isla de La Reunión, México), donde la temperatura no fluctúa de forma apreciable a lo largo del año, no se ha estudiado en profundidad este aspecto a excepción de Israel y Estados Unidos, donde las temperaturas pueden ser limitantes para su cultivo. Lo indicado en este apartado está referido a lo señalado para estos dos países y a las conclusiones que han alcanzado a este respecto.

En la mayoría de las especies de *Hylocereus spp.*, la temperatura mínima para su cultivo es -2°C , muriendo a -4°C (Thomson, 2002). Los primeros daños por frío se han observado cuando la temperatura es inferior a 4°C , presentado, como primeros síntomas, lesiones redondas que se expanden a lo largo de los tallos. Las plantas se recuperan rápidamente cuando la temperatura aumenta (Mizrahi y Nerd, 1999).

En Israel, se realizó un ensayo en cuatro localizaciones (Nerd *et al.*, 2002). Dos de ellas presentaban temperaturas media máxima en julio-agosto de 38°C y en otras dos $34-32^{\circ}\text{C}$, siendo la temperatura media mínima de 20°C y 17°C respectivamente y en la misma fecha. Las primeras estaban situadas en Valles de Desiertos (Qetura en el Valle de Arava y Gilgal en el Valle del Jordán), mientras que las otras dos lo estaban en zonas costeras (Sede Nizzan y Ma`abarot).

Tabla 4. Resultado de un ensayo en cuatro localidades de Israel con distintos regímenes de temperatura. Plantas de *H. undatus* e *H. polyrhizus* en el cuarto y quinto año de producción

	Floración	Oleadas	Densidad de floración	Productividad t/ha	
				4º año	5º año
Sede Nizzan	Jl - Oc	3 - 4	4	28	28
Ma`abarot	Jl - Oc	3 - 4	5	32	34
Qetura	Sep	1	1	2	5
Gilgal	Sep	1	1	-	-

Siendo Jl el mes de Julio, Oc es octubre, Sep septiembre. Oleadas es el número de oleadas de floración, la densidad de floración se refiere al número de flores existentes en un metro de una fila en plena oleada de septiembre, dando valores de 1 (0 a 5 flores), 2 (6 a 10 flores), 3 (11 a 15 flores), 4 (16 a 20 flores) y 5 (más de 20 flores)

Del análisis de resultados se observa que las altas temperaturas de verano inhiben la producción de flores de *H. undatus* e *H. polyrhizus* (tabla 4). El desarrollo vegetativo en Qetura fue menor que en los otros emplazamientos, pudiendo atribuirse el resultado al déficit hídrico inducido por la salinidad del agua de riego empleada.

Por otra parte, en otro ensayo realizado en Israel (Mizrahi y Nerd, 1999) se encontró que existen diversas intensidades de afección cuando se sometían a diferentes especies de *Hylocereus* a temperaturas altas. El ensayo constaba de *H. undatus*, *H. costaricensis*, *H. polyrhizus*, *H. ocamponis* e *H. purpusii*; resultando *H. undatus* la más sensible. Los daños eran más acusados cuando se combinaban con una radiación alta.

En un ensayo realizado en California (USA), con *H. undatus* (Nobel y De La Barreda, 2002), se demostró que cuando las plantas se mantenían a una temperatura no inferior a 40/30°C día/noche, se producía la muerte de las células del colénquima que progresan y se extienden a todo el cladodio dándole un aspecto de licuado y produciendo su muerte. Con temperaturas de 35/25°C no se produjo daño en los tallos, pero la floración decreció un 37%. En regímenes de 30/20°C y 25/15°C no se produjeron daños. La captación neta diaria de CO₂ para *H. undatus* fue mayor para temperaturas 30/20°C (Raveh *et al.*; 1996). En la tabla 5 se expone la ganancia de materia seca con los diferentes regímenes de temperatura ensayados.

°C Temperatura del aire día/noche	Ganancia de materia seca (g)		
	Raíces	Brotos	Total
25/15	15,6 ± 1,5	12,2 ± 3,9	27,8 ± 4,7
30/20	21,5 ± 1,7	13,9 ± 4,7	35,4 ± 5,9
35/25	13,7 ± 1,9	6,8 ± 3,1	20,5 ± 3,3
40/30	1,6 ± 0,6	0,3 ± 0,5	1,9 ± 0,6

Afortunadamente, en las condiciones de Tenerife y en general en toda Canarias difícilmente se alcanzan los valores máximos de temperatura indicados en Israel y California y que podrían dañar seriamente a las plantas de pitaya. Sin embargo, en época puntuales de verano se han observado pequeños daños en determinadas pitayas como *H. triangularis* que llegaba a amarillear determinados cladodios y se obtenía una baja producción de flores en los mismos, ralentizándose su crecimiento. Por otro lado, se desaconseja sembrar en zonas donde la temperatura mínima sea inferior a los 10°C ya que se detiene el crecimiento de los cladodios y las plantas se suelen quedar raquílicas lo que dará lugar a una baja producción de flores y por ende de frutos. En Canarias, el límite de la temperatura media de mínimas del mes más frío iguales o superiores a 10°C son los 300 m de altitud. Por encima de esta cota el desarrollo de la pitayas ha resultado muy lento, mientras que el óptimo de cultivo se ha observado a cota inferior a 200 m.

• Tolerancia a la luz

Los cactus trepadores crecen originalmente en hábitats sombreados de los trópicos y subtropicos americanos. En Israel (Mizrahi y Nerd, 1999), el dosel foliar sufre desde decoloraciones hasta secas cuando se cultivan al aire libre como resultado de radiaciones intensas (la fotosíntesis a medio día alcanza densidades de flujo mayores de 2.200 mmol fotones m⁻² s⁻¹). Estudios realizados en Israel han mostrado que para un desarrollo óptimo, los cultivos deben ser sombreados bajo umbráculo, requiriendo distintos niveles de sombreado (de un 30 a un 60%) dependiendo de las especies en particular, así como de la localización. *Hylocereus polyrhizus*, *H. costaricensis*, *H. purpusii* e *H. ocamponis* fueron las más tolerantes a la luz, probablemente por sus características de corteza (cera cortical y corteza espesa). La más afectada fue *H. undatus*.

En ensayos realizados en Besor y Beer-Sheva, Israel (Raveh *et al.*, 1998) sobre *H. polyrhizus* con mallas de diferentes porcentajes de sombreado del 30-60-90% (Tabla 6), se llegó a la conclusión de que la relación raíz/tallo decrece con el aumento de la sombra, mientras que el contenido en agua de los cladodios aumenta, probablemente al reducir la transpiración. La biomasa de los tallos fue mayor con un 30% de sombra. En otro ensayo en las mismas zonas se puso de manifiesto que la producción de flores fue 2,2 veces con un 30% de sombreado frente a la producida con el 60%. Por ello se llegó a la conclusión de que el sombreado no debería ser inferior al 30% pero no mucho mayor a este porcentaje.

Tabla 6. Peso seco del tallo y relación sobre el tallo peso seco/largo determinado en plantas de un año creciendo sobre distintos niveles de sombreado en dos localidades de Israel

Especie	Sombreado %	Peso seco (g)		Peso seco/largo (g/m)	
		B. Sheva	Besor	B. Sheva	Besor
<i>H. polyrhizus</i>	30	523 a	676 a	45,5 a	47,1 a
	60	381 b	388 b	27,7 b	30,1 b
	90	86 c	ND	13,7 c	ND

Medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05) entre niveles de sombreados por el test de Scheffe

En Tenerife se han observado daños en cladodios cuando las pitayas se hallan al aire libre y en invernaderos con mallas limpias en verano. Las mallas que normalmente se usan para los invernaderos son suficientes para el sombreado ya que reducen la radiación en un 30 a 40% en nuestras condiciones, recomendándose lavar el techo para no sombrear en exceso.

• Requerimientos hídricos y nutricionales

No existen muchos datos sobre las necesidades hídricas de las pitayas en las zonas tropicales, de donde es originaria. Uno de los pocos datos procede de Nicaragua (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 11 001-01) donde se indica que son al menos necesarios de 700 a 1.200 mm de lluvia para pitaya roja y de 1.300 a 2.200 mm para pitaya amarilla, con precipitaciones moderadas durante la floración. En Guatemala (Cabrera Madrid, 1999) son necesarios de 700 a 1.500 mm de lluvia para JC01, de 1.000 a 2.500 mm para JC02, 600 a 1.500 mm para JC03 y de 600 a 1.800 mm para JC05.

En un ensayo realizado en Besor, Israel (Mizrahi *et al.*, 2007) con plantas de 6 años de edad en *H. undatus* e *H. polyrhizus* con sombreado del 40% y calles de 3 m con 1,5 m entre plantas, se usaron goteros de 2,4 l/h y una concentración en el agua de 0,5 g/l de una mezcla de abonos con un equilibrio de 23(N):7(P₂O₅):23(K₂O). Se regó desde finales de abril a principios de noviembre, coincidiendo con la estación seca. Los tratamientos fueron:

A = riego dos veces por semana y goteros separados 0,5 m.

B = riego dos veces por semana y goteros separados 1 m.

C = riego cuando se alcanzaba un potencial de agua en el suelo de -2,2 MP y goteros separados 0,5 m.

Donde la cantidad de agua aplicada anualmente por el riego fue de 156, 78 y 45 mm en los meses de riego. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 7. Efecto de varios regímenes de riego en el peso fresco medio de los cladodios media de 2 años

Especie	Tratamiento	Biomasa media (t/1000 m ² /año±SE)	
		2003	2004
<i>H. undatus</i>	A	1,4±0,1 a	1,4±0,2 a
	B	0,6±0,1 b	0,5±0,1 b
	C	0,2±0,0 c	0,1±0,0 c
<i>H. polyrhizus</i>	A	2,0±0,2 a	2,2±0,3 a
	B	1,0±0,1 b	1,2±0,1 b
	C	0,3±0,1 c	0,3±0,1 c

Tabla 8. Efecto de varios regímenes de riego en la producción de botones florales en 2003 y 2004. Los botones se contaron cada 3 semanas (tiempo entre emergencia del botón y antesis de la flor) para tres repeticiones en cuatro metros de calle por cada replicación

Especie	Tratamiento	Botones florales (nº/m ²)	
		2003	2004
<i>H. undatus</i>	A	38,9±6,0 a	26,3±7,3 a
	B	29,8±5,9 a	16,0±2,8 a
	C	27,1±5,3 a	20,3±6,6 a
<i>H. polyrhizus</i>	A	47,4±13,1 a	26,4±8,1 a
	B	39,7±11,1 a	20,9±6,8 a
	C	23,6±7,8 a	13,3±4,9 a

Tabla 9. Efecto de varios regímenes de riego en las características de los frutos. Los valores son medias de dos años (2003 y 2004). Números son medias \pm SE n=7. Las letras diferentes en la columna de las medias indican diferencias significativas a $P \geq 1\%$

Especies Tratamiento	Peso (g)	Pulpa (%)	Contenido agua en pulpa (%)	TSS (%)	Acidez ($\mu\text{molH}^+/\text{g}$)	Azúcares solubles (%)
<i>H. polyrhizus</i>						
A	365 \pm 13 a	58,7 \pm 1,4 a	82,8 \pm 0,4 a	14,1 \pm 0,4 a	90,7 \pm 6,9 a	9,2 \pm 0,4 a
B	393 \pm 17 a	56,2 \pm 1,8 a	82,1 \pm 0,3 a	13,2 \pm 0,3 a	91,2 \pm 8,7 a	7,4 \pm 0,5 a
C	295 \pm 13 b	55,0 \pm 2,1 a	81,8 \pm 0,2 a	14,4 \pm 0,4 a	92,0 \pm 5,6 a	7,6 \pm 0,6 a
<i>H. undatus</i>						
A	394 \pm 10 a	62,8 \pm 1,3 a	84,6 \pm 0,4 a	9,1 \pm 0,4 a	63,6 \pm 2,5 b	7,6 \pm 0,5 a
B	396 \pm 12 a	60,2 \pm 2,4 a	85,3 \pm 0,3 a	9,3 \pm 0,3 a	64,6 \pm 2,5 b	6,9 \pm 0,6 a
C	254 \pm 23 b	61,7 \pm 2,7 a	72,5 \pm 2,2 b	10,5 \pm 0,7 a	89,0 \pm 6,6 a	6,9 \pm 0,4 a

La conclusión de este ensayo es que la cantidad de agua influye en numerosos parámetros estudiados, aunque sólo unos pocos son diferentes estadísticamente ya que se presenta una gran variabilidad dentro de cada especie y tratamiento. Sin embargo, el peso en fresco de los cladodios y el peso de los frutos si se ven claramente influenciados.

En el sur de California (Merten, 2004), las plantas jóvenes responden adecuadamente a la cantidad de 1 litro por planta y día en riego por goteo y suelos arenosos, desaconsejándose los suelos arcillosos en zonas donde coincide la temporada de lluvia con la floración, como Florida y Hawai, ya que produce la pérdida de plantas. Da muy buenos resultados la aplicación de estiércol y compost, no debiendo aplicar mucha cantidad al principio al poder dañar el sistema radicular de las plantas. Además, es mejor dividir la fertilización mineral para no dañar las raíces por aumento de la solución salina del suelo.

En Moya (Gran Canaria), disponen de un tanque clase A a ras de superficie del suelo (semienterrado), siendo el coeficiente 0,1 el adecuado para mantener el terreno en óptimas condiciones y no tener demasiado drenaje. El coeficiente 0,1 engloba al Kp del tanque y al coeficiente de cultivo.

En Tenerife, ha dado muy buenos resultados aplicar unos 16 litros de agua por planta adulta repartida en dos veces por semana en pleno verano (junio a agosto). Mientras que en primavera y otoño se riega con unos 12 litros, dependiendo del mes. En invierno se reducen las aportaciones hasta los 8 litros con una sola aplicación semanal. En caso de llover se deja de regar hasta que el potencial matricial de agua en el suelo (tomado con tensiómetro) marque 30 cb, aconsejándose fertirrigar con un equilibrio 1(N): 0,2(P₂O₅): 1,5(K₂O): 0,5(CaO) y una concentración en el agua de riego de 0,150 g/l.

• Efectos de la salinidad

El estrés originado por la salinidad tiene dos aspectos a considerar:

- Estrés hídrico: generalmente superado por estas cactáceas sin graves problemas.
- Toxicidad iónica: muy sensibles a determinados iones.

Las raíces se secan si la absorción de sodio (Na^+) es alta (Nobel, 1998). El calcio (Ca^{2+}) puede contrarrestar los efectos negativos del Na^+ . Por tanto, cuando los cactus son regados con aguas cuyas relaciones $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ ó $\text{Cl} / \text{SO}_4^{2-}$ son bajas, no sufrirán problemas de salinidad (Nerd *et al.*, 1993). Cuando el Ca^{2+} no es abundante en el suelo o en el agua de riego, la aplicación de yeso puede reducir los problemas salinos. Esto se deberá tener en cuenta para la implantación de nuevas plantaciones, especialmente en aquellas explotaciones que dispongan de aguas con altos contenidos en Na^+ . Por lo tanto, antes de proceder a la siembra de pitaya deberá conocerse la salinidad del agua y suelo, ya que el desarrollo de la planta se podría ver seriamente afectado.

3. Polinización, problemática y soluciones a aportar

La pitaya florece de noche, permaneciendo sus flores hermafroditas abiertas durante una sola noche. Las flores son largas, alcanzando algo más de 30 cm y están adaptadas a la polinización por murciélagos y esfíngidos (lepidópteros de gran envergadura, nocturnos y con lengua prensil larga). Uno de los mayores problemas con que se encuentra su cultivo a nivel mundial es que no existen los vectores polinizadores en las regiones donde se introduce este cultivo. Este ha sido el caso de Israel, Asia y California.

Por otra parte, la mayoría de las especies-clones de *Hylocereus* son autoincompatibles; es decir, el polen de una determinada flor no poliniza el óvulo de dicha flor. Sin embargo, existe cierto grado de alogamia dentro de cada especie-clon, que es variable dependiendo de la que se trate. Así, la mayoría de las especies cultivadas en Asia (predominantemente *H. undatus*) (Merten, 2004) son alógamas y algunas incluso autógamas, por lo que pueden desarrollar fruto sin necesidad de vector polinizante. Una característica de la flor de *Hylocereus* es que las anteras y el estigma están separados al menos 2 cm. Esta podría ser la razón de muchas de las incompatibilidades naturales presentes en este género, especialmente en *H. undatus* para aquellas que no son autógamas. En las especies-clones autógamas encontradas, esta característica no se cumple, estando situado el estigma por debajo de las anteras.

Estudios realizados en Israel, han demostrado que las abejas no son polinizadores eficientes (Weiss *et al.*, 1994) por el gran tamaño de la flor y la disposición de sus partes. La fruta polinizada por abejas es siempre de tamaño pequeño (Mizrahi y Nerd, 1997), lo que indica que el polen depositado por las mismas es escaso. Además, el tiempo que disponen para realizar la polinización es insuficiente, ya que las flores son receptivas al polen desde su apertura floral (sobre las 20 horas) hasta las 10 – 11 h del día siguiente que es cuando senescen, y el vuelo de las abejas no suele iniciarse hasta las 8 h, por lo que el tiempo que coinciden abejas y flores receptivas es muy corto. Este hecho se ha observado en la Isla de La Reunión (Le Bellec y Judith,

1999) donde se ha puesto de manifiesto el porcentaje de frutos polinizados para distintas especies de *Hylocereus* ver tabla 10.

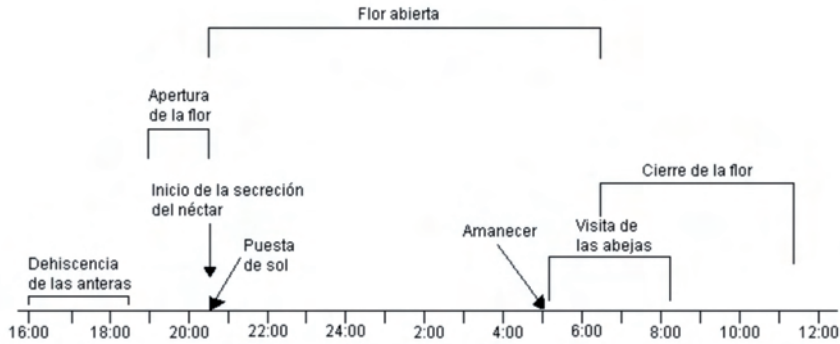


Figura 1. Fase de antesis y tiempo que los insectos visitan las flores en varias especies de *Hylocereus* spp.

Especie	Polinización por abejas		Polinización manual	
	% de frutos	Peso fruto (g)	% de frutos	Peso fruto (g)
<i>H. purpusii</i>	76	93	100	277
<i>H. triangularis</i>	82	131	100	388
<i>H. undatus</i>	100	227	100	322

Como se puede ver en la tabla anterior, se obtiene un mayor número de frutos y de mayor peso cuando se realiza polinización manual cruzada que si se dejase la polinización a las abejas. Esto mismo se confirmó en el mismo lugar con otro ensayo de polinización controlada con abejas en el año 2000 (Le Bellec, 2004), obteniendo como resultado que los frutos polinizados por las abejas eran más pequeños y de escaso valor comercial al compararlos con los polinizados manualmente, encontrándose valores de 157 ± 73 y 416 ± 106 g (media \pm error estándar) para *H. undatus* y de 131 ± 46 ; 300 ± 82 *H. costaricensis*. Además, para evitar el riesgo de que no coincidan las floraciones de las poblaciones se debería de colocar un híbrido entre ambas para obtener flores en el mismo tiempo de las otras dos y si esto no fuera posible se debería de recolectar polen en la antesis de las flores y guardarlo en la nevera para utilizarlo al día siguiente.



Foto 6. Frutos polinizados por insectos (izq.) y manualmente (dcha.) de *H. hybridum*

Por ello ha resultado necesario en cada región donde se ha introducido la pitaya roja estudiar la posibilidad de autogamia y alogamia entre especies-clones. Así, en un ensayo realizado con plantas de cuatro años de edad, cultivadas en Beer Sheva (Israel) (Weiss *et al.*, 1994) sobre distintos tipos de polinizaciones manuales entre *Hylocereus undatus* (clones A y B), *H. polyrhizus* e *H. costaricensis*. Los tratamientos aplicados fueron:

1. Auto-polinización manual: el polen de la misma flor fue aplicado en su estigma después que las flores abrieran. Para prevenir otras polinizaciones, la flor se cubrió con una bolsa, excepto en el momento de realizar la polinización manual.
2. Auto-polinización: se colocaba la bolsa en la flor antes de su apertura y no se hacía nada más.
3. Polinización cruzada manual: Se colocó una pequeña bolsa antes de la antesis de la flor cubriendo el estigma de las flores eliminando los estambres para prevenir autofecundaciones. Se aplicó polen de otros clones-especies sobre el estigma de la flor.

Las polinizaciones manuales fueron realizadas a las 0, 12, 24, 36 y 48 horas después de la apertura floral. Los resultados de los ensayos se hallan esquematizados en las tablas 11 a la 14.

Tabla 11. Porcentaje de frutos polinizados en relación con la fuente de sistema utilizado

Especie	Frutos obtenidos en %		
	Polinización cruzada	Auto-polinización manual	Auto-polinización
<i>H. polyrhizus</i>	100	0	0
<i>H. costaricensis</i>	100	0	0
<i>H. undatus</i> clon A	100	50,0	0
<i>H. undatus</i> clon B	100	79,6	0

Tabla 12. Efecto de la fuente de polen sobre el peso (en gramos) de los frutos

Macho	Hembra			
	<i>H. polyrhizus</i>	<i>H. costaricensis</i>	<i>H. undatus</i> clon A	<i>H. undatus</i> clon B
<i>H. polyrhizus</i>	----	384	580	567
<i>H. undatus</i> clon A	476	298	182	337
<i>H. undatus</i> clon B	410	329	287	301
<i>H. costaricensis</i>	539	---	633	495
Tukey LSD 0,05 n=8	155	46	90	102

Tabla 13. Efecto del tiempo de polinización en el porcentaje de frutos obtenidos y el peso de dos *Hylocereus* spp. La fuente de polen fue *H. undatus* clon A

	Tiempo tras apertura floral (h)	% frutos obtenidos	Peso de los frutos (g)	
<i>H. polyrhizus</i>	0	100	392	ab
	12	100	396	a
	24	100	304	bc
	36	38	228	c
	48	0	---	
<i>H. costaricensis</i>	0	100	316	a
	12	100	369	a
	24	100	241	b
	36	20	154	bc
	48	0		

Separación de medias por Fisher PLSD test, P< 0,05

Tabla 14. Efecto del tipo de polinización sobre el % de frutos obtenidos y el peso de los mismos

Especie	Tipo de polinización	Número de flores	% de frutos obtenidos	Peso del fruto (g)
<i>H. polyrhizus</i>	Manual cruzada	37	100	599 ± 25
	Libre	24	20,8	108 ± 11
<i>H. undatus</i> clon A	Manual cruzada	30	100	588 ± 15
	Libre	44	43,2	120 ± 13

En este ensayo se puso de manifiesto que no todas las especies de *Hylocereus* son auto-fértiles, presentándose autogamia sólo entre distintos clones de *H. undatus*. Sin embargo, debido a la morfología de la flor, donde el estigma queda unos 2 cm sobre las anteras de la flor, fue necesaria la auto-polinización. Al realizar esta, se obtienen frutos más pequeños que cuando el polen procede otras especies, lo cual indica una cierta incompatibilidad parcial del polen de *H. undatus* clones A y B para la autofecundación. *H. costaricensis* e *H. polyrhizus* necesitan que el polen proceda de otra especie, ya que no se obtuvieron frutos ni con autopolinización ni en polinizaciones cruzadas entre sí. En cuanto al momento óptimo para realizar la fecundación, se observó que fue a primera hora de la mañana (12 horas tras abrir la flor), que en las condiciones del ensayo coincide con una menor humedad de los granos de polen y de los estigmas de las flores. Las abejas (polinización libre) no son suficientes para producir frutos de calidad y por la gran cantidad de polen que se necesita por el gran número de óvulos que presentan las

distintas especies- clones estudiadas.

Además, las floraciones deben coincidir en el tiempo de las especies- clones de *Hylocereus* cultivadas para poder disponer de polen para realizar las polinizaciones. De no ser así se puede conservar el polen de una de las especies- clones que fuera buen polinizante. Las temperaturas de conservación de polen se estudiaron en Israel (Metz *et al.*, 2000) para lo que se tomó polen de *H. undatus* e *H. polyrhizus*, se secó y se almacenó a 4, -18, -70 y -196°C. Luego se estudió su germinabilidad obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 15. Número de semillas por fruto y germinabilidad en *H. undatus* e *H. polyrhizus* con polen almacenado a varias temperaturas. Los valores son medias de seis frutos. El test de germinación de las semillas está basado en 400 unidades por tratamiento, el tratamiento control se realizó con polen fresco

Variable	Temperatura de almacenamiento °C				
	+4	-18	-70	-196	Control
<i>Hylocereus undatus</i>					
Número de semillas por fruto	2538 b	5014 a	5645 a	6067 a	5988 a
% germinabilidad de las semillas	94 b	95 a	96 a	94	96 a
<i>Hylocereus polyrhizus</i>					
Número de semillas por fruto	2416 b	5084 a	4784 a	5072 a	4978 a
% germinabilidad de las semillas	85 a	91 a	nd	90 a	93 a

La separación de medias en las filas se refiere la test de rango múltiple de Duncan con P<0,05

Las características de los frutos obtenidos puede observarse en la figura 2. En la misma, la relación de los pesos de los frutos (Fruit FW) con respecto a la temperatura de almacenamiento (Storage temperature) y los meses (months) de conservación del polen de las polinizaciones cruzadas está íntimamente relacionado con la temperatura de conservación del polen.

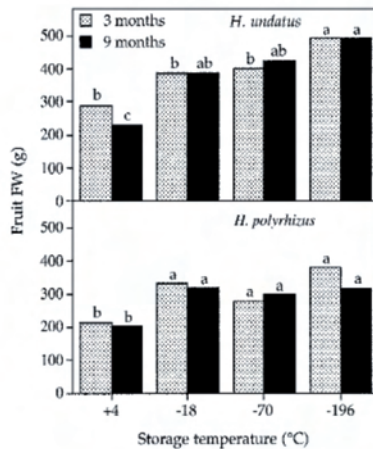


Figura 2. Pesos v.s. temperatura de almacenamiento. La separación de medias en las filas se refiere al test de rango múltiple de Duncan con P<0,05

En cuanto a la conservación del polen, en un ensayo realizado en la Isla de La Reunión (Le Bellec y Judith, 1999) se obtuvieron frutos de *H. undatus* y *H. purpusii* (intercambiando el polen) hasta el quinto día de conservación a 4°C, recogiendo el polen a las 16 h, antes de la apertura de la flor y colocándolo en un desecador. Cuando el polen lo aportaba *H. undatus* (lo recibía *H. purpusii*) hasta el tercer día no se observaron disminuciones en el peso de los frutos, luego empiezan a ser menores y a partir del sexto día no se obtuvo ningún fruto. Cuando el polen lo aportaba *H. purpusii* (lo recibía *H. undatus*) se obtuvieron frutos hasta el quinto día sin disminuir el peso y a partir del sexto no se obtuvo ninguno.

En Tenerife se han observado frutos que se han desarrollado al realizar polinizaciones autógamias en *H. undatus* e *H. triangularis*, pero de tamaño demasiado pequeño. Los frutos que se obtuvieron mediante la polinización de insectos resultaron totalmente inadecuados para su comercialización ya que apenas tenían pulpa. También se han obtenido frutos de diferentes tamaños entre los cruces de todas las pitayas posibles y el almacenamiento (al vacío y seco en nevera a 10-12°C) del polen. Esta es una práctica común que se realiza con el polinizante seleccionado (*H. purpusii*, en la mayoría de los casos). En cualquiera de los casos nunca se ha obtenido el 100% de frutos polinizados como se indica en Isla de La Reunión y en Israel.

4. Sistemas de plantación. Densidad y marcos

Como se ha indicado en el apartado primero, la pitaya en sus lugares de orígenes crece trepando en los árboles a la sombra de la luz solar. Por este motivo, si se dejase crecer sobre el suelo, al no disponer de un tutor al que fijarse, tenderá a expandirse sobre el suelo emitiendo raíces que haría imposible su control a partir del tercer año. Por ello, es habitual en todos los lugares que se cultiva comercialmente disponer de un sistema de tutores para que la planta se desarrolle.

En Tenerife se han ensayado diversos sistemas de plantación adecuándolos a nuestras condiciones. Las principales consecuencias y conclusiones han sido:

1. Los alambres en los que se apoyan las plantas deben recubrirse con manguera, siempre y cuando se vaya a utilizar parral. Ello está motivado por el propio peso de la planta que hace que los cladodios sean seccionados por el alambre. Para este fin, se aconseja reutilizar manguera de laterales de riego, si se dispusiese de ella.
2. Bajo ningún aspecto debe utilizarse espaldera, ya que el peso de las plantas romperán los alambres.
3. En caso de que sea necesario atar la planta a un tutor para su conducción se deberá hacer con tiras de tela. Si se hiciese con hilo de propileno este se clavará poco a poco en los cladodios hasta cortarlos.
4. En el caso de utilizar postes aislados (sistema de plantación en Vietnam) se necesita mucha mano de obra para subir la planta hasta el llamado "paraguas". En nuestras condiciones se tarda más de un año en alcanzar la altura de 1,80 m a la cual se coloca el paraguas. Además, este tiempo se puede alargar si la pitaya posee cladodios cortos. No se aconseja utilizar este sistema en la Isla de Tenerife.

5. Siembra en parral. Este sistema se ha desarrollado en los invernaderos del sur de Tenerife. Para ello se coloca un tubo (de 1 m de largo) perpendicular a los tubos del invernadero y a una altura de 1,25 m.

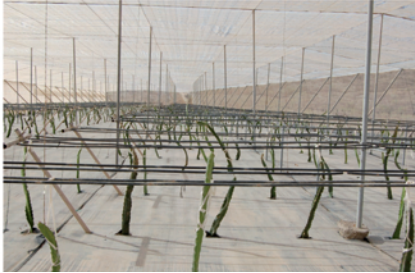


Foto 7. Detalle de siembra, en parral, enero 2012



Foto 8. Misma planta en agosto 2014

Existen varias formas de anclar ambos tubos, pero el mejor resultado se ha obtenido con alambre de 4 mm de diámetro. Si los tubos del invernadero están separados más de 3 m, se deberá disponer de un apoyo vertical auxiliar dentro de la línea del parral de tal manera que la distancia entre postes verticales no supere los 3 m. En cada tubo se puede sembrar una o dos plantas, dependiendo de su disponibilidad. Se puede plantar en medio de dos tubos, pero es necesario su atado. Mientras las plantas crecen y se apoyan en los cables hay que atarlas periódicamente. Si se deseara aumentar la superficie foliar cultivada, se pondrán dos líneas de alambres trenzados a 1,80 m de altura, tal y como se muestra en la foto 8.

6. Malla electrosoldada. Consiste en una malla de cuadrado 30 cm y diámetro de los redondos de 8 mm. Las pitayas se siembran cada 90 cm y permite que las mismas crezcan sobre la malla sin mucha mano de obra (que es lo caro en nuestras condiciones). El rápido crecimiento de los cladodios hace que en el transcurso de un año el desarrollo de las mismas cubran la casi totalidad de la malla, consiguiendo una superficie de producción muy alta desde el primer año, ventaja que se deberá tener en cuenta frente a otros sistemas productivos donde el desarrollo de las plantas para ocupar la superficie útil de producción tardará más tiempo. Este sistema presenta un precio de instalación excesivo, por lo que la inversión inicial es muy elevada. Otro inconveniente, y es que con el tiempo, el peso de la pitaya doblará los alambres pudiendo cortar las plantas.



Foto 9. Detalle de siembra, malla electro soldada



Foto 10. Mismo invernadero, dos años después

Para determinar el marco y la densidad de plantación, hay que tener en cuenta el sistema de siembra escogido. En general, en Tenerife lo más económico sería tratar de hacer el parral bajo. Por ello y teniendo en cuenta las características del desarrollo de las pitayas en nuestras condiciones se aconseja:

a) Ancho y separación de los parrales. El ancho normal de los parrales suele ser de 80 a 100 cm, ya que si no fuese así las flores del centro del parral no se podrían polinizar al no alcanzarlas. Además, la pitaya se extenderá más allá del límite del parral, por lo que habrá que dejar un pasillo entre parral y parral de al menos 2,5 m. Esto hace que la distancia de centro a centro del parral sea de al menos 3,5 m. Distancias menores a esta han provocado el cierre de los pasillos y el no poder acceder a los mismos para polinizar o recolectar.

b) Una de las operaciones de cultivo que más mano de obra requiere es subir las plantas a los parrales. Para favorecer esta operación ha dado buenos resultados sembrar cladodios de 1 m de largo, ya que esta altura favorece el atado. Sin embargo, cuando esto no fuese posible, sería interesante utilizar un sistema de poste para atar las plantas a este. Para la realización de los postes aislados se pueden utilizar caña brava o de bambú o cualquier otra madera que se disponga.

c) En todos los casos la necesidad de planta inicial es muy alta, ya que o bien se planta muy junto (malla electrosoldada) o se requieren varias plantas al sembrar. Por tanto, hay que conocer las necesidades de plantas antes de la siembra.

Para calcular la densidad de plantas (número de plantas/ha) se tendrá en cuenta:

A = distancia entre plantas dentro de la fila, en m.

B = Si es en parral, distancia entre centro de las filas. Si fuese mallazo, la distancia desde el centro hasta la mitad de la calle.

N = número de plantas en cada hoyo de plantación.

La superficie ocupada por cada planta sería:

$$Sup = \frac{A \times B}{N}$$

La densidad se refiere a una determina superficie que es la hectárea (1ha = 10.000 m²) por convenio. Así, la densidad será:

$$Densidad = \frac{10.000}{Sup} = \text{número plantas / ha.}$$

Para saber cuántas plantas deberíamos disponer en un invernadero de X m², debemos tener en cuenta que no todo el invernadero se sembrará. Así, la superficie ocupada por los postes perimetrales no se sembrará, ni los pasillos interiores para facilitar el acceso a las calles entre filas. Esto puede suponer entre un 5 y un 15% de la superficie total (un 10% de media). Por tanto, el número de plantas teórico necesario para plantar X sería:

$$\text{Número de plantas} = \frac{X \times 0,9 \times Densidad}{10.000}$$

Como es usual sembrar la pitaya en invernadero, se procederá a dar unos consejos sobre como se debería de actuar a la hora de elegir el marco de plantación. Para ello se tendrá en cuenta que la propia estructura del invernadero podría servir para el entutorado que se ha implantado previamente. A este respecto indicaremos:

a) Con vistas al atado inicial de las pitayas se deberá utilizar los tubos verticales para la colocación de las plantas, por lo que el marco de plantación vendrá dado por la disponibilidad espacial de los mismos.

b) En el caso de que el sistema de sujeción fuese el mallazo, se aconseja sembrar una planta cada tres huecos, equivalente a 1 planta cada 0,9 m. La malla se colocará inclinada y a 0,5 m de los tubos del invernadero. Si la distancia entre tubos es 4 o más, se podrá colocar doble, una a cada lado del tubo.

c) En las pitayas ensayadas en Tenerife, *H. hybridum*, *H. undatus*, JC01 y JC02 presentan un rápido crecimiento de los cladodios, que son de gran longitud, lo que les permiten ganar altura rápidamente. En contraste, *H. purpusii* es de lento crecimiento, con unos cladodios muy gruesos y pequeños, lo que obliga a un atado con una mayor periodicidad que el resto. La pitaya procedente de Gran Canaria presenta un crecimiento lento, con cladodios largos y pesados.

5. Preparación de la planta para la siembra

La reproducción por semilla implica que ha habido una combinación de polen de una especie que ha polinizado a otra especie de pitaya. Esta combinación genética implica que las plantas que se desarrollarán no serán iguales a sus progenitores, sino que sus características serán intermedias entre las mismas. Además, en todos los casos se indica que son necesarios hasta cuatro años para que se produzca la primera flor en el caso de plantas propagadas por semillas.

Se desaconseja la reproducción por este método ya que a priori no se conocerán las características productivas, gustativas y fenológicas de las pitayas que estemos sembrando y además transcurrirá un tiempo excesivo desde su siembra hasta el inicio de producción que elevará los costes de cultivo. Por ello, la plantación de las pitayas se hace con cladodios (enteros o partidos) que asegura la estabilidad genética de las mismas. Para la selección de los mismos se tendrá en cuenta:

- Zona y edad del material.
- Forma de realizar la plantación.

• Efecto de la zona y edad del material vegetal de las estacas en el enraizamiento de *Hylocereus spp.*

La juventud de la planta es un factor importante en la formación de raíces. Si se tomasen distintos cladodios o estacas de la parte superior, media o baja de una planta de 1,5 años y esquejes de otras plantas con menos de un año la respuesta de la planta al enraizamiento no sería la misma (ver figura 3).

En un ensayo realizado en Brasil (Lucena Cavalcante, Geraldo Martins, 2008) se cortaron esquejes de aproximadamente 25 cm de longitud, se plantaron en bolsas de polietileno de 15 cm de diámetro y 20 cm de alto. Las macetas se rellenaron con una mezcla de suelo utilizado comúnmente para la formación de plántulas, colocados con una malla de sombreo que limitaba

la luminosidad en un 50% y regadas diariamente con agua de buena calidad. Aproximadamente, unos 10 cm de cada esqueje fueron enterrados en las macetas, quedando unos 15 cm expuestos a la atmósfera y no se utilizaron hormonas de enraizamiento. Al cabo de seis semanas de iniciado el ensayo se procedió a la toma de datos. Los resultados de dicho ensayo se muestran a continuación.

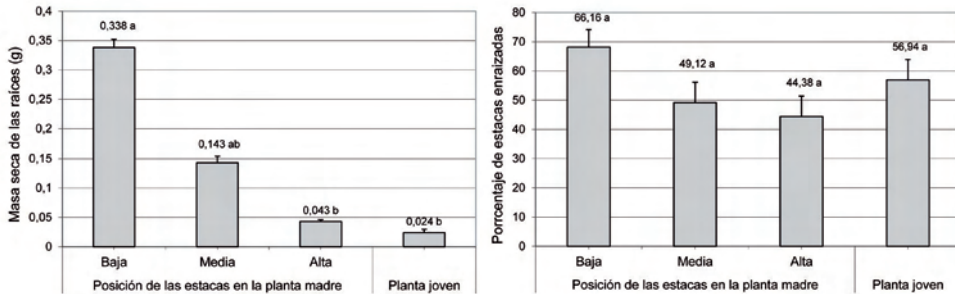


Figura 5. Respuesta al enraizamiento

Se encontraron diferencias significativas estadísticas entre el porcentaje de esquejes enraizados y la posición de donde se tomaron los mismos, con diferencias notables entre ellos, destacando que el mayor porcentaje de enraizamiento lo encontramos con los esquejes de la parte baja de la planta con 1,5 años. En cuanto al peso seco de las raíces, destaca, así mismo, la de la zona baja de las mismas, presentando los cladodios de la zona media resultados intermedios entre la superior y la baja o la de planta joven.

Es por ello que en principio sería mejor tomar los esquejes de la parte baja de la planta y en caso necesario de la parte media de la misma, los esquejes procedentes de plantas que no hayan alcanzado el año de edad enraízan con dificultad y debe evitarse su uso.

• Forma de realizar la plantación

En la siembra directa, los cladodios, después de cortados, deben someterse a un periodo de curado para luego plantarlos directamente en campo.

En la siembra indirecta, los esquejes son enraizados en bolsa (vivero), que después de cortados también se curan y se plantan en bolsas de polietileno o macetas para luego transplantarlos al campo.

Comparativamente con la siembra indirecta las desventajas de la siembra directa son que demanda mayor cantidad de material vegetativo (2-3 esquejes por golpe). Se produce también un crecimiento irregular, no uniforme de las

plantas. Hay una mayor presencia de plagas y enfermedades, sobre todo pudriciones causadas por hongos del suelo y se da una mayor mortalidad de plantas en el campo. En las experiencias realizadas en Tenerife con la siembra directa se produce la muerte de un 5 a un 15% de los esquejes sembrados. Su mayor ventaja es el menor coste de material vegetativo y una mayor facilidad en la siembra.

Las principales desventajas de la siembra indirecta son su elevado coste de producción y las mayores necesidades de mano de obra en la siembra (encareciendo su labor cultural). Sus ventajas son que se utiliza menor cantidad de material vegetativo, hay una mayor uniformidad en el desarrollo de las plantas y menor mortalidad por plagas y enfermedades ya que son manejadas en viveros, siendo un método eficiente y seguro.

• Recomendaciones para la plantación en Canarias

Las recomendaciones que a continuación se explican son las indicadas para países Centroamericanos modificadas por el Servicio Técnico de Agricultura del Cabildo Insular de Tenerife.

1. Seleccionar esquejes o tallos de plantas sanas, libres de plagas y enfermedades, vigorosas y productivas, atendiendo al apartado anterior.

2. Estar seguro de que es la variedad seleccionada.

Una vez seleccionados los esquejes, éstos se cortan con tijeras de podar en el entrenudo. La tijera de podar u otra herramienta de corte deber ser desinfectada antes de cada corte. Para todo este proceso se tendrá en cuenta:

-Usar cloro al 5% preparando una mezcla de 50 ml de cloro disuelto en 1000 ml de agua.

-Tener cuidado con los esquejes, ya que presentan espinas.

-Trasladar a un sitio seguro y aireado los esquejes cortados, y mantenerlos a la sombra.

Una vez obtenidos los esquejes se deberán curar. El curado consiste en dejarlos de 4 a 7 días en un lugar sombreado y aireado para que la parte donde se efectuó el corte logre cicatrizar y no entre en contacto directo con el suelo, evitando así pudriciones.

Tras el curado se procederá a realizar la siembra directa o indirecta. En el primer caso se llevaría a campo enterrándose 5 cm. En el segundo, el tamaño de bolsa o maceta recomendada es de 27 cm de alto y 12 cm de diámetro

para las bolsas, y 15 cm diámetro para las macetas. Se aconseja realizar la siembra con una mezcla de tierra – picón – estiércol de vacuno (en su defecto turba) en una proporción de 3:3:1 en volumen. El esqueje se plantará con la base en la tierra, manteniendo la dirección de crecimiento original.

Al cabo de 8 a 16 semanas (dependiendo si se realiza la operación en verano o invierno), los esquejes habrán desarrollado suficiente raíces y emitirán nuevos brotes, siendo este el momento en que se deberían llevar a campo.

Hasta ahora se ha supuesto que el agricultor dispone de la totalidad de la planta para realizar la siembra. En caso de que esto no sea así se aconseja realizar una plantación de esquejes utilizando la hormona de desarrollo de raíces ácido indol 3-butírico.

En un ensayo realizado en Tenerife con cladodios de casi 1 m de longitud de *Hylocereus undatus*, se procedió a cortar los mismos en trozos de 20 cm de longitud.



Foto 11. Detalle de estacas

Las plantas de las que se tomaron los esquejes tenían cuatro años de edad y se tomaron de la zona media-baja. Para diferenciar con facilidad como sembrarlos se separaba 1 cm del parénquima de los haces vasculares. Este corte se hacía en la parte basal (más próxima) del corte del cladodio. Una vez realizado el mismo se procedió a realizar el curado durante una semana.

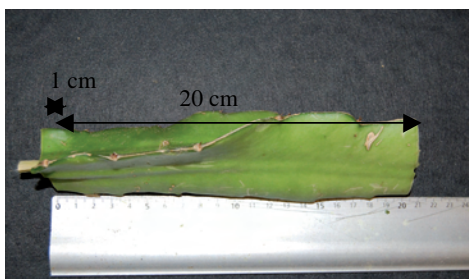


Foto 12. Detalle de corte del cladodio

Al cabo de ese tiempo se procedió a sumergir en una solución de ácido indol 3-butírico de 10 mM en alcohol etílico al 70% durante 10 segundos la parte donde se había realizado el segundo corte. A continuación se dejó secar al aire el exceso de solución y se procedió a sembrar los esquejes en macetas de 15 cm de diámetro.

Al cabo de siete semanas se obtuvieron unos resultados espectaculares de tamaño frente a otros. En particular el tamaño de 20 cm presentó las siguientes características frente a la dosis de 5 mM de IBA y al testigo (sin aplicación de IBA o dosis 0 mM).

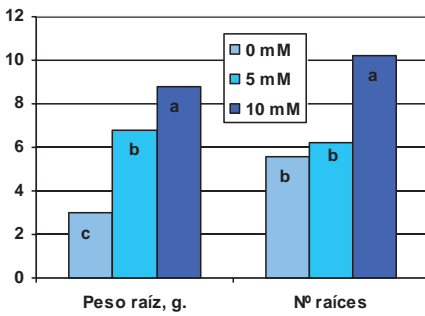


Figura 6. Resultado del enraizamiento



Foto 13. Inicio de brotaciones

Como se puede observar en la figura 6, existen diferencias significativas estadísticas al nivel del 5% por el método de Duncan y siempre favorable en los parámetros de número de raíz y peso de las mismas. En un tiempo de siete semanas en invierno.



Foto 14. Enraizamiento tras cuatro semanas

Por tanto la aplicación de esta técnica podría solucionar algún problema cuando se disponga de pocas plantas de partida y se requiera realizar una multiplicación masiva. Aunque parezca difícil es bastante sencilla si se dispone de los medios necesarios: alcohol etílico al 70% en el cual se disolverá el ácido 3-indol butírico (IBA) a la concentración indicada de 10 mM.

Con medio litro nos daría para mojar correctamente a unos 10.000 esquejes colocándolos en un pequeño recipiente con unos 2 cm en altura de solución.

6. Operaciones de cultivo

• Riego y abonado

Para que las pitayas crezcan y produzcan adecuadamente es necesario regar y abonar correctamente durante todo el año, con dos excepciones:

1. En caso de lluvia, y dependiendo de su cuantía, se deben eliminar riegos.
2. De siete a diez días antes de la recolección, se deberá eliminar el riego (ver fisiopatías), especialmente si se cultiva *H. hybridum*, *H. purpusii* y JC01.

En condiciones sur de la Isla de Tenerife, ha dado muy buenos resultados regar de la siguiente forma:

	Riegos por semana	Litros semana	Litros mes
Enero	1	5	22
Febrero	1	5	20
Marzo	2	10	89
Abril	2	11,5	99
Mayo	2	13	115
Junio	2	16	137
Julio	2	16	142
Agosto	2	16	142
Septiembre	2	13	111
Octubre	2	11,5	102
Noviembre	1	10	43
Diciembre	1	5	22
Año			1.044

Los datos están referidos a planta. Las anteriores cantidades se han aplicado a diferentes marcos, densidades de siembra y disposición en el número de goteros. Para la misma se ha tenido en cuenta que en los meses de julio a septiembre se ha eliminado una semana de riego, ya que es el periodo normal de recolección de la fruta.

El riego de los dos primeros años podría establecerse en unos 8 l/planta y semana en los meses de máxima necesidad y de 5 l/planta y semana en los de baja necesidad.

Para evitar el desarrollo de malas hierbas se optó por la colocación de malla antihierbas negra, colocando los goteros debajo de la misma, evitando aplicar escardas manuales, con el consiguiente ahorro en mano de obra durante el ciclo del cultivo. Los finales de los laterales deberán quedar sobre la malla para realizar las limpiezas que se deseen.

El abonado se debe realizar durante todo el año. Ha dado muy buenos resultados aplicar una concentración de 0,150 g abono/litro de agua de riego con un equilibrio N:P₂O₅:K₂O:CaO de 1:0,22:1,50:0,40. A lo largo del año se aplicarían unos 13,17 g N/planta y año. En caso de tener el suelo niveles bajos de potasio se deberá incrementar la relación anterior hasta los 1,70. El pH del agua de riego se deberá controlar para evitar precipitaciones de los goteros.

Suponiendo que se usasen abonos de alta solubilidad y para un riego de 1.044 litros/planta y año se aportarían 22,5 g de nitrato amónico, 9,4 g de fosfato monoamónico, 84,8 g de nitrato potásico y 40,0 g de nitrato cálcico a lo largo del año y por planta; debiendo aportar, unos 28,3 cc de ácido sulfúrico (98% de pureza) por cada meq de bicarbonato más carbonato/m³ de agua de riego presente en el agua y que se quiera neutralizar. Estas cantidades deberían de servir de base para el cálculo de agua y abonado en una plantación que se desee iniciar en el cultivo de la pitaya.

• Poda de formación, producción y saneamiento

Hay que indicar que en el periodo de floración (de abril a octubre), las pitayas crecen muy poco y suelen hacerlo entre floraciones. Por tal motivo, es conveniente sembrarlas en noviembre o diciembre para que se desarrollen rápidamente y tener al año y medio de sembradas una gran producción de cladodios que nos den una producción alta.

Obviamente, la pitaya se debe podar y la misma variará con el sistema de sujeción utilizado como de la edad de la planta. Así, se puede distinguir:

1. Poda de formación. Esta es importante cuando se siembran pitayas en parral ya que en mallazo lo único que hay que hacer en el primer año es atarla y guiar todos los cladodios nuevos sobre la misma, eliminando los que van hacia el interior.



Foto 15. Brotación basal

Una vez sembrada la pitaya, se debe atar a la parte superior. Al cabo de unos 20 días (aproximadamente) comenzará a emitir nuevos brotes en la parte inferior que habrá que eliminar para provocar el desarrollo de los superiores.

Cuanto antes se haga esta operación más rápida será la brotación superior, por lo que se deben realizar diversos pases a fin de eliminar los que vayan creciendo periódicamente.

Una vez brotada la parte superior de la planta se le deja desarrollar unos tres meses para proceder a recortar las puntas de los distintos cladodios y romper la dominancia apical de los mismos, provocando la emisión de nuevos cladodios en las areolas, tal y como se indica en las fotografías siguientes.



Foto 16. Poda de formación en parral y nuevos cladodios emitidos

Es conveniente desinfectar las tijeras en una solución de lejía (hipoclorito sódico al 1%) cada vez que se vaya a cortar una nueva planta para que en caso de tener enfermedades fúngicas no distribuyamos la misma por toda la parcela.

Con esta operación se trata de que la pitaya se distribuya homogéneamente sobre los alambres y se desarrolle lo más rápido posible.

2. Poda de producción. Esta poda se realiza para que la superficie de la pitaya expuesta al exterior sea máxima y se facilite las labores de polinización y recolección. En caso de usar el mallazo para sostener las plantas, se trataría de eliminar todos los cladodios que se desarrollen en la parte inferior, limitar la altura de los mismos y recortar la planta.



Foto 17. Poda de producción en mallazo

En las fotografías anteriores se observa una línea de *H. undatus* antes y después de la poda. Se debe realizar a principios de diciembre para que los nuevos cladodios emitidos se desarrollen correctamente y puedan comenzar a producir en el verano del año siguiente. Esta poda se suele realizar cada dos años.

En el caso de parral, la poda consistirá en limitar el crecimiento hacia el pasillo de los cladodios para poder pasar y crear un seto en el mismo que se recortará todos los años.



Foto 18. Planta a los tres años

En la foto 18 se puede observar una planta de pitaya a los tres años de sembrada (es la misma pitaya que la foto de formación) donde se ha colocado un nuevo parral a 1,80 m de altura y se comienza a disponer de una pared productora, similar al caso de la colocada sobre el mallazo. En este caso, la poda consistirá en tratar de hacer lo mismo que en el mallazo, no habiendo grandes diferencias entre ambas. Eliminar la parte baja y recortarla para permitir el paso entre pasillos tras la recolección de la fruta (diciembre).

3. Poda de saneamiento. Una de las plagas que afectan a la pitaya en nuestras condiciones es la pudrición acuosa bacteriana de los cladodios. Cuando esto

ocurra, se debe eliminar el cladodio y sacarlo para su destrucción de la parcela. Se cortará por debajo de la unión de los cladodios (infectado-sano) a unos 3-5 cm del extremo superior del sano. Algunas ocasiones se han infectado otras plantas al recolectar fruta con tijeras infectadas, desarrollándose la enfermedad a partir de punto de corte de los frutos. Por ello, se deben extremar las precauciones cuando se presente esta enfermedad.

• Polinización manual y recolección

Es evidente que una polinización cruzada supone tomar el polen de una flor de un cultivar determinado y colocar el polen en el estigma de otra flor de otro o del mismo cultivar. Existen dos formas de hacerlo.



Foto 19. Forma de realizar la polinización manual

La primera consiste en tomar la flor del polinizante, cortarla y restregar el polen por el estigma de la flor que se desee polinizar. Esta forma sólo permite poder polinizar en el caso de que las dos flores abran el mismo día, por lo que el éxito de la polinización se verá comprometido por la coincidencia en las floraciones. Nuestra experiencia nos indica que esta coincidencia no se suele dar, por lo que se aconseja conservar el polen.

Otra forma es tomar el polen el día antes, cortándolo directamente desde la flor dejándolo caer a un vaso de cristal.



Foto 20. Campana de vacío y bomba manual de succión

A continuación se introduce en una campana de vacío donde se ha colocado desecante y se succiona el aire mediante una bomba hasta los 50-60 centibares. Inmediatamente se coloca la campana en nevera y a una temperatura menor de 12 °C. De esta forma el polen no pierde poder polinizante durante al menos cuatro días (lo aconsejable son tres) y nos permite disponer polen del cultivar deseado para la obtención de fruto de un cultivar dado. Para poder hacer cálculos de cuantas flores debemos coger, hay que indicar que el polen de una flor puede polinizar correctamente hasta 15 flores, siendo 10 el número que hemos tomado en todo momento ya que siempre ocurren accidentes que hace que las anteras se caigan del vaso y el número inicial se ve reducido.

Estudiando las flores emitidas semanalmente durante cuatro años (del 2006 al 2009, ambos inclusive, ver separatas) se estima que una flor podía polinizar hasta 10 flores. Suponiendo esto, los porcentajes de posibles polinizaciones según cada cultivar variaron en función del receptor, dador de polen y año que se estudiaba. Sin embargo, al cuarto año las floraciones se estabilizan y coinciden en el tiempo, por lo que puede considerarse que a partir de aquí coincidirán más o menos igual.

7. Plagas, enfermedades y fisiopatías

• PLAGAS

La pitaya no presenta, en nuestras condiciones, un grave problema de plagas. En los años de cultivo hasta la fecha no se han observado una gran incidencia. Sólo estarían autorizados los productos que lo estén para cultivos subtropicales y tropicales.

Ratas y ratones

Con mucho es la plaga que más daño ha causado a nuestras plantaciones. Se comen el fruto al comenzar a madurar, vaciándolo internamente y pudiendo ser bastante grave su incidencia. Para su control se aconseja la colocación de cebos sólidos de rodenticida o raticida distribuidos por la plantación. Deben colocarse al inicio de la floración para que cuando se vaya a recolectar haya surtido efecto.



Foto 21. Frutos comidos por ratas de distintas *Hylocereus spp.*

Conejos

En determinadas ocasiones se han observado conejos en el interior de los invernaderos. En este caso sólo han comido el ápice de las flores antes de su apertura. Con ello se produce la eliminación total del estigma y parcial de los estambres, quedando la flor inutilizada para poder polinizarla. Las trampas diseñadas para su captura han dado muy buenos resultados.

Pulgones

Los pulgones son la plaga que más problemas causan. Generalmente se encuentran en las flores de las pitayas y cuando el fruto crece suelen desplazarse hacia nuevas flores. En el fruto dejan pequeñas picaduras y restos de las mudas. Por ello, es habitual limpiar los frutos una vez recolectados con agua o brocha, mientras que se suelen dar tratamientos de agua más jabón potásico a la plantación. Generalmente son necesarios unos 6 tratamientos en el periodo comprendido entre inicio de floración y última floración, espaciados en el tiempo.



Foto 22. Botón floral, flor abierta y fruto con ataque de pulgones

• ENFERMEDADES Y VIROSIS

La pitaya roja presenta en nuestras condiciones una serie de enfermedades que pueden ser muy graves si no se controlan a tiempo. La forma de hacerlo es realizando las labores culturales de forma adecuada, por lo que se debe realizar las mismas cuidadosamente en aras de evitar tener un problema grave en la plantación.

Pudrición acuosa del cladodio

La pudrición acuosa del cladodio está producida por la bacteria *Pseudomonas spp.*, aunque en otras latitudes también se ha identificado con *Erwinia carotovara*. Para que la bacteria pueda afectar al cladodio, debe haber una herida en el mismo. A este respecto, se ha observado que aquellas especies-variedades de pitaya cuyos cladodios se suelen rajar de forma natural, como JC02, son más susceptibles a esta enfermedad. Una vez ha entrado, el cladodio comienza a ponerse amarillo licuándose y dando un poco de mal olor. Suele observarse sus inicios en el periodo de lluvia, desarrollándose con posterioridad. Cuando se realiza cualquier operación de corte en un cladodio afectado se puede propagar la misma hacia plantas sanas u otras especies-variedades que se estén recolectando.



Foto 23. Cultivo afectado por pudrición acuosa donde no se ha realizado poda sanitaria

Para evitar su propagación se deberán realizar las siguientes operaciones:

1. Realizar podas fitosanitarias. Se deberá cortar unos 5 cm por debajo del nudo del cladodio afectado. Todo el material afectado se deberá sacar de la parcela y destruir.
2. Desinfectar las tijeras de podar con hipoclorito sódico (lejía sin diluir) cada vez que se vaya a cortar como en el caso anterior de poda fitosanitaria o se esté recolectando el fruto de plantas afectadas a no afectadas, ya que suele ser habitual que la enfermedad se transmita con las tijeras en la recolección.



Foto 24. Secuencia de la infección por una mala desinfección de las tijeras

Ojo de pescado

Está causado por una cepa de *Fusicoccum spp.* anamorfo de *Botryosphaeria dothidea*. Se caracteriza por la aparición de una mancha de forma más o menos circular en el cladodio de color rojizo, que al crecer se va tornando de color anaranjado hacia el exterior. Se suele dar en todos los inviernos y el cladodio puede verse afectado en mayor o menor medida dependiendo de la especie-variedad. A mediados de primavera las manchas suelen desecarse y no evolucionan más.



Foto 25. Ojo de pescado inicial y desarrollo posterior en JC02

No se suelen dar tratamientos ya que el daño no afecta significativamente a los frutos y en verano no se desarrolla la misma. Ataca a todas las pitayas, especialmente a JC02.

Pudrición del tallo



Foto 26. Pudrición de tallo

Al sembrar los cladodios, un porcentaje de los mismos se suelen morir al poco tiempo. Ello es debido al hongo *Phytium spp.* que suele entrar por heridas en contacto con el suelo y el agua. Esto ocurre sobre todo cuando se siembra de forma directa y al cladodio se entierra demasiado (más de 10 cm) y se riega abundantemente.

Generalmente ello no supone más del 10% de los cladodios sembrados, aunque en nuestras condiciones no se ha superado el 5% de los mismos. Hay que indicar que aunque es muy raro que afecte a pitayas desarrolladas, en determinadas ocasiones se ha observado.

Virosis



En determinadas ocasiones se ha observado una proliferación excesiva de brotes nuevos en un punto determinado de alguna planta que no sigue el patrón de crecimiento de la pitaya. Poco a poco el desarrollo se va haciendo mayor y la planta deja de producir flores y muere. Además, las plantas infectadas actúan de foco y los pulgones pueden distribuir esta virosis por toda la parcela. Para evitarla, se aconseja controlar los pulgones y eliminar las plantas afectadas tan pronto como se distinguen los síntomas.

Foto 27. Virosis en *H. undatus* al aire libre

Pudrición del fruto por *Botrytis spp.*

Aunque no es normal que esta enfermedad afecte a los frutos de pitaya, en determinados años que coincida a mediados de primavera periodos de lluvia y frutos se suele dar las dos condiciones para su desarrollo. Suele afectar a la primera oleada de frutos y para su control se deben retirar los frutos afectados y no mojar la planta.



Foto 28. Frutos afectados por *Botrytis spp.*

FISIOPATÍAS

Un problema observado en algunos cultivares es que el exceso de agua en maduración puede provocar la rotura de la epidermis (cáscara) y la apertura del fruto. Esto es más acusado en aquellos frutos con cavidad calicina grande y su gravedad dependerá de la pitaya que se cultive. Así se tendría:

1. Frutos que pueden rajarse y abrirse en su totalidad: *H. hybridum* e *H. purpusii*.
2. Fruto que se rompe la cavidad pero que no llega a abrirse del todo: JC01 cuando se poliniza con *H. hybridum* o *H. purpusii*.
3. Frutos donde no se ha observado ninguno de los síntomas anteriores: JC02 e *H. undatus*.



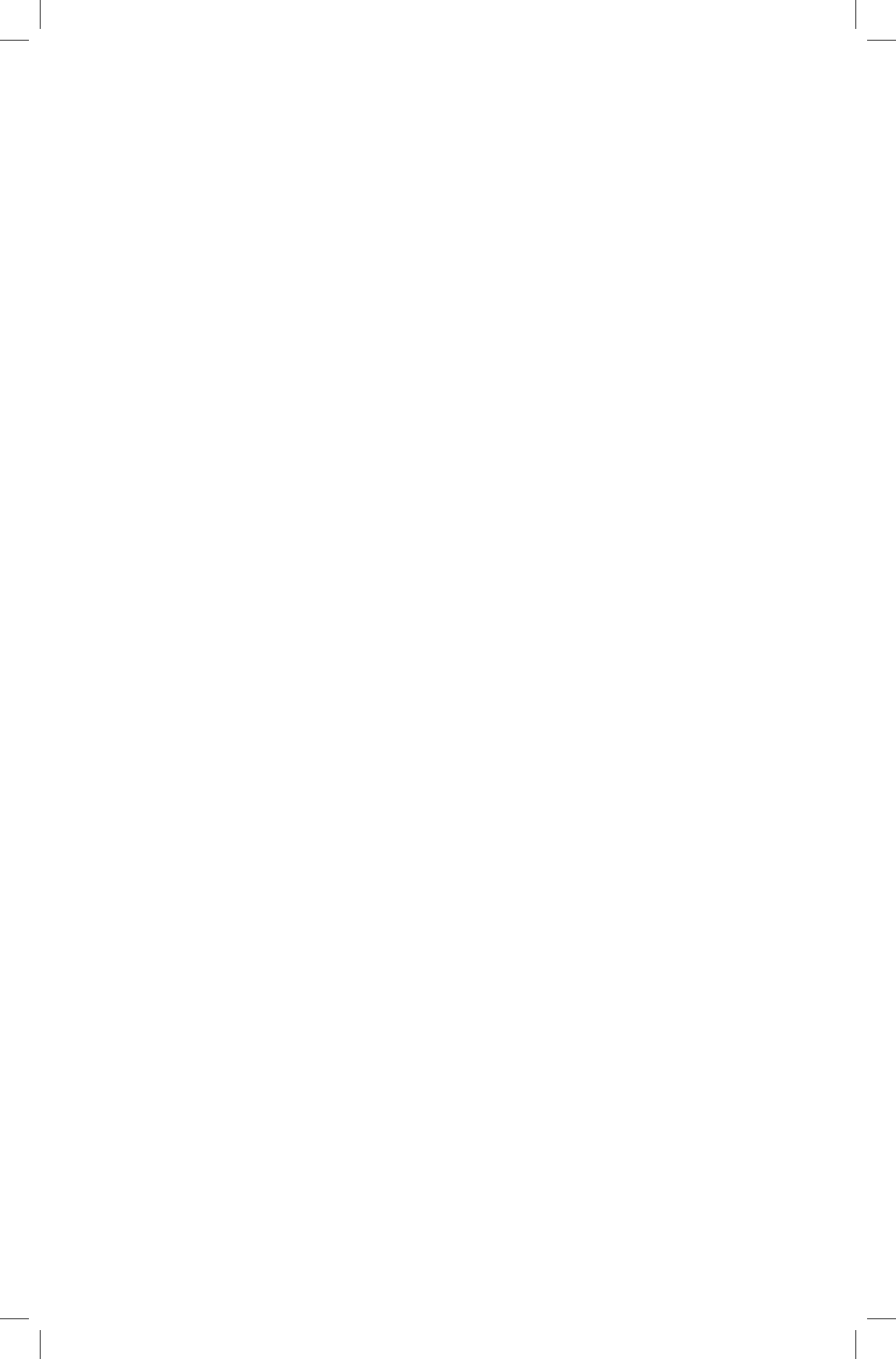
Foto 29. Fruto con cavidad calicina rajada (1º Izq.) y frutos rajados de *H. purpusii* e *H. hybridum*

Para evitar este grave problema, se deberá tener en cuenta que un fruto tarda desde la polinización hasta la recolección:

1. JC01 de 40 a 50 días desde su polinización o apertura de la flor.
2. De 32 a 27 días en el caso de *H. purpusii* e *H. hybridum*.

Si desea disminuir la incidencia del rajado, se deberá suprimir el riego de siete a diez días antes de la recolección. Para ello, es muy importante anotar la fecha de polinización para prever cuando suprimir el riego.

Resultados del
ensayo de pitaya
roja en el sur de
Tenerife 2005-2009



1. INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha, el Archipiélago ha confiado en el binomio turismo-construcción como pulmón económico. La llave del futuro es la diversificación, la apuesta por la innovación y las nuevas tecnologías, por la agricultura y la ganadería y por la industria –todo ello como guarnición del turismo–, aunque los datos, desgraciadamente, no acompañan.

La producción industrial parece haberse estancado (sólo el subsector energético da señales de vida), el sector primario se asfixia por culpa de los acuerdos comerciales de la Unión Europea con los países centroamericanos (en el caso del plátano) y con Marruecos (frutas y hortalizas), y la inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación es insuficiente.

La promoción de la agricultura ecológica y el cultivo de frutas tropicales son dos de las claves para la creación de empleo y el desarrollo agroalimentario de Canarias en los próximos años. Recuperar terrenos en baldío para su explotación, apoyo a iniciativas determinadas de emprendeduría, un plan específico para las cooperativas e implementar oportunidades de alianzas en comercialización, son algunas de las acciones de especial relevancia a desarrollar.

La necesidad de impulsar el sector agrícola en la actual coyuntura socioeconómica plantea aprovechar las oportunidades, potenciando los productos agroalimentarios de valor añadido, bien ya existentes o de nueva creación mediante procesos de industrialización, diversificación y comercialización y una menor dependencia de los cultivos tradicionales (plátano y tomate), que son los que consumen la mayoría de subsidios y recursos de la política agraria común. Hay que fomentar una agricultura moderna, racional y rentable, dadas las ventajas de nuestro clima. La diversificación permitirá al mismo tiempo potenciar nuestros recursos naturales, conservar nuestro medio y generar nuevas formas de hacer políticas beneficiosas para la colectividad.

Canarias es una región donde la fruticultura tropical tiene un peso relevante dentro de su producción agrícola, con un 40% de la misma, siendo la de frutales tropicales distintos del plátano de alrededor de un 10% (Gobierno de

Canarias, 2010), considerando la población de hecho de Canarias (2.000.000 de habitantes) y que se registra una entrada de turistas de alrededor de 10.000.000 al año (ISTAC, 2010), propicia la existencia de un mercado interior importante para este tipo de frutas, sin olvidar la posibilidad de importación a otros países.

La diversificación de la fruticultura tropical en Canarias es una línea prioritaria de actuación del Departamento de Fruticultura Tropical del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), justificado por la necesidad de reconversión hacia otros cultivos distintos de la platanera que van siendo abandonados, sobre todo en las zonas más desfavorables de las distintas islas, a causa de la competitividad creciente en el mercado de la Unión Europea, posibilitando la implantación de nuevas variedades, técnicas de cultivo y especies frutales que puedan proporcionar una oferta de calidad y alto valor económico, teniendo en cuenta el respeto al medio y contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura canaria.

En este sentido se ha trabajado sobre diversas especies, principalmente aguacate, mango, papaya, piña tropical, chirimoyo, litchi y carambola, que comparten el tener unos menores requerimientos hídricos que la platanera.

La búsqueda de cultivos alternativos y sostenibles a los anteriormente mencionados impulsa al Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife en colaboración con el ICIA a un programa de asistencia, asesoramiento técnico y capacitación de las personas que trabajan en el sector agrario estableciendo un proyecto de carácter marcadamente técnico, que incluye actividades de investigación consistente en estudiar la adaptabilidad de la pitaya roja, valorando la idoneidad de su cultivo. La pitaya está considerada como un fruto exótico, alcanzando precios muy altos en el mercado europeo que cada vez demanda más esta fruta. Países del área mediterránea como Israel ya la cultivan con éxito (Galán Saúco, 2008).

El cultivo de la pitaya tiene un enorme interés para su desarrollo en Canarias (Comunicación personal de Víctor Galán Saúco (2007)) dado, entre otras, a las siguientes características:

- 1) Buena adaptación a condiciones subtropicales.
- 2) Poca exigencia en agua.
- 3) Atractivo aspecto y tamaño apropiado.
- 4) Excelentes propiedades organolépticas.
- 5) Alta riqueza en antioxidantes.
- 6) Buena adaptación al manejo en postcosecha.
- 7) Buena conservación postcosecha.
- 8) Posibilidad de producción durante la mayor parte del año.
- 9) Buena aceptación por los mercados internacionales.

El objetivo de este trabajo fue realizar la evaluación de las principales *Hylocereus spp.* (pitayas rojas) mediante estudios fenológicos, de rendimiento y de biología floral, que permita conocer las que mejor se adapten a las condiciones medioambientales, tratando de dilucidar si esta planta podría ser una alternativa de cultivo para nuestro agro en Tenerife y para conseguirlo se pretende:

- 1) Caracterizar morfológicamente las distintas pitayas.
- 2) Establecer la fecha de aparición de la primera floración.
- 3) Establecer el número de flores por planta.
- 4) Tiempo que transcurre desde el estado botón floral hasta la antesis.
- 5) Hora de apertura de la flor, duración de la antesis y receptividad estigmática.
- 6) Determinar la fecha en la que comienzan y terminan las oleadas de floración.
- 7) Detectar la producción: con polinización natural o con polinización manual.
- 8) Determinar las características físico-químicas de los frutos.

La descripción de las características de los principales *Hylocereus* se hace necesaria ya que la bibliografía sobre el tema es inexistente y es importante ofrecer orientación a los propagadores y agricultores para que puedan diferenciar e identificar correctamente las plantas.

Además, este libro debe ser útil para la correcta identificación en el mantenimiento de colecciones y ensayo de nuevas especies.

Los datos que se presentan en este apartado han sido obtenidos en un ensayo realizado en el sur de la Isla en un invernadero situado a cota 125 m y con un sombreado mínimo de 30%. Se utilizó un sistema de riego localizado por goteo con dotaciones hídricas en verano de 16 l/pl y en invierno de 5 l/pl, abonado con 150 ppm con un equilibrio 1:0,22:1,5:0,4 (N:P₂O₅:K₂O:CaO). Las plantas del estudio fueron JC01, JC02, JC03 y JC05 originarias de Guatemala e *H. undatus*, *H. triangularis*, *H. hybridum* e *H. purpusii*, traídas de Isla Reunión (Francia). Se procedió a su multiplicación (ICIA) por trozos de cladodios y posterior siembra en junio de 2005, comenzándose la recogida de datos en 2006 y finalizando en 2010.



2. Fenología de la floración de la pitaya roja

Para estimar la duración de la fase de floración se procedió a medir el tamaño de los botones florales de todas las plantas durante los años 2006 a 2008. En la figura siguiente se observa la evolución de los mismos en distintas épocas del año 2008.

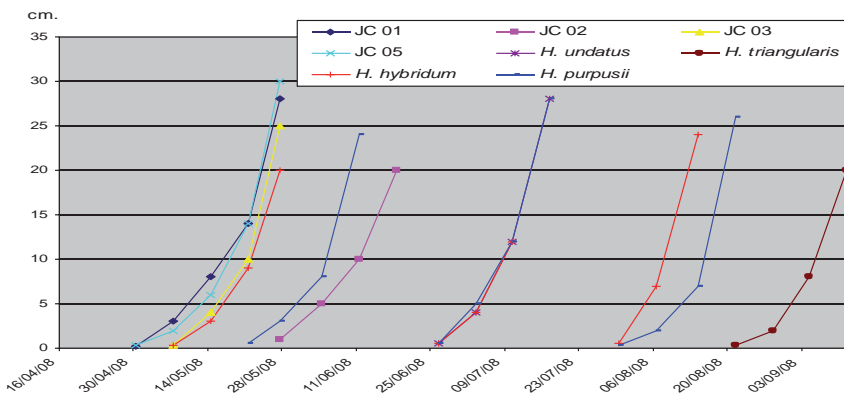


Figura 1. Longitud de los botones florales de las distintas *Hylocereus* spp. estudiadas

El desarrollo de los botones florales según se observa sigue una curva sigmoide. El crecimiento es lento desde los 3 mm hasta los 3–5 cm, a partir de este tamaño la pendiente de la curva se hace muy vertical, lo cual indica la rapidez de su desarrollo. La duración del desarrollo de las flores producidas en el mes de marzo es de 28 días, mientras que de mayo en adelante el tiempo necesario desde la observación visual del botón floral hasta la apertura de la flor puede estimarse en 21 días.

Tabla 1. Días desde la observación del botón floral (0,25 a 0,5 cm) hasta la apertura de la flor. Datos 2006 a 2008

Especie	Media	en días
JC01	19,59	bc
JC02	20,12	ab
JC03	18,96	c
JC05	19,66	bc
<i>H. undatus</i>	20,28	ab
<i>H. hybridum</i>	20,08	ab
<i>H. purpusii</i>	19,74	bc
<i>H. triangularis</i>	21,09	a

Nota: Las distintas letras indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

A pesar de existir diferencias significativas entre las distintas *Hylocereus spp.* estudiadas como se observa en la tabla anterior, hay que indicar que son muy pequeñas en valor absoluto, menor de un día. El crecimiento más rápido es de JC03, JC01, JC05 e *H. purpusii*, siendo el crecimiento más lento el de *H. triangularis*. Además, existen pitayas que florecen a partir de junio-julio, por lo que es normal que estas presenten un tiempo menor ya que, como para todos los procesos de las plantas, la temperatura influye en el desarrollo de los botones.

No todos los botones florales emitidos por las plantas llegan a florecer, algunos fenecen al alcanzar los 3–5 cm de longitud. Para todas las *Hylocereus spp.* estudiadas los porcentajes de botones florales que no llegan a florecer están comprendidos entre el 3 y 7 % de los mismos, no encontrándose diferencias entre ellas. Todas las flores abren sobre las 19:30 h y permanecen abiertas hasta las 10:30 h del día siguiente, hora a la cual comienzan a cerrarse y solo abren durante una noche. Las flores abiertas se contabilizaron cada semana, por lo que fue posible estudiar las oleadas de floración, indicadas por diversos autores, que se producen en las pitayas.

Para una mejor comprensión se muestran las figuras de la apertura de las flores y se incluye una tabla resumen con los principales datos agronómicos de las mismas para cada *Hylocereus spp.* estudiadas. Tomándose como oleadas aquellas semanas en que se producían más de 50 ó 100 flores semanales, la densidad de floración en las distintas tablas se refiere al número de flores existentes en un metro de una fila en la máxima oleada de floración, dando valores de 1 (0 a 5 flores), 2 (6 a 10 flores), 3 (11 a 15 flores), 4 (16 a 20 flores) y 5 (más de 20 flores).

• Fenología JC01

La fenología de JC01 se puede observar en la figura siguiente.

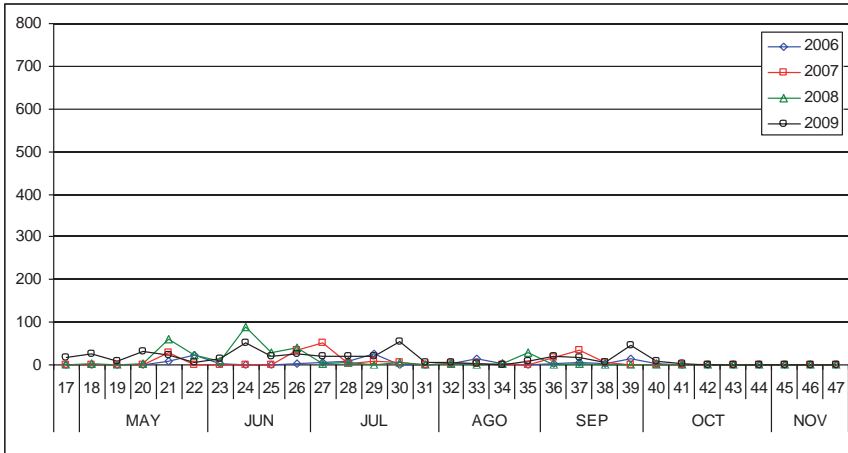


Figura 2. Número de flores abiertas por semana y año para JC01

Como puede observarse, el número de flores abiertas en los tres primeros meses es mayor que en los tres últimos, con una gran cantidad en el primer mes, por lo que se considera a JC01 como la más precoz de las pitayas estudiadas. En la tabla 2 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006- 2009. Hay que indicar que JC01 se ha mostrado como la que menos flores produce en el cuarto año, lo que indica que será poco productiva.

Tabla 2. Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para JC01

	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
JC01	2006		33	8	42	20	24	3		130	100
	2007		29	34	71	9	57	2		202	155
	2008	1	90	167	17	32	4	1		312	240
	2009	16	99	110	120	17	92	12		466	358

En la tabla 3 se ha representado el número de oleadas de floración en los distintos años estudiados, así como la intensidad de las mismas. Hay que indicar que JC01 se caracteriza por no presentar muchas oleadas y cuando éstas hacen acto de presencia son de poca importancia. Sin embargo, son muy pocas las semanas en que no se observa alguna flor abierta.

Tabla 3. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de la floración, semana de inicio y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para JC01

JC01	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
		> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
2006	May - Oct	0	0	1 (Jul)	21	40	2
2007	May - Oct	1	0	1 (Jul)	21	41	4
2008	May - Oct	2	0	2 (Jun)	18	40	6
2009	Abr - Oct	2	0	1 (Jul)	17	41	1

• Fenología JC02

La fenología de JC02 se puede observar en la siguiente figura.

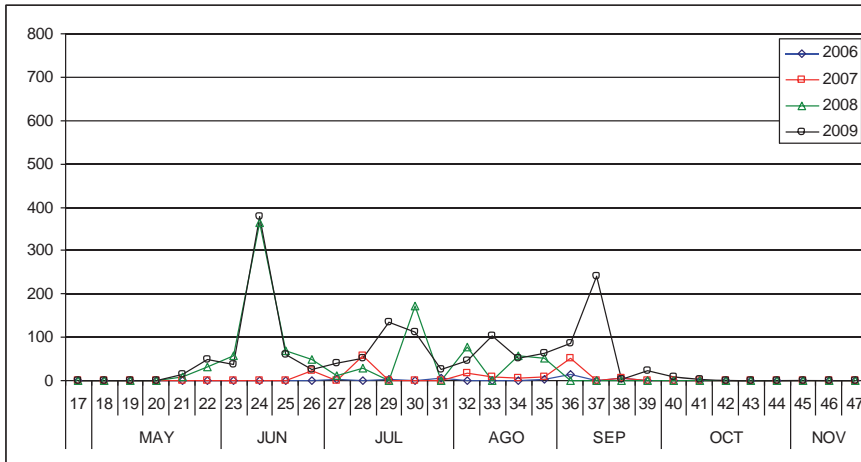


Figura 3. Número de flores abiertas por semana y año para JC02

JC02 presenta una gran floración en los meses de junio y luego en agosto-septiembre, por lo que se puede considerar como temprana y tardía, con falta de frutos en media estación.

En la tabla 4 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que JC02 se ha mostrado como muy productiva, sobre todo a partir del tercer año de cultivo.

Tabla 4. Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para JC02

JC02	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
	2006					13	3	19	1		36
2007				22	59	39	57	1		178	494
2008			41	539	211	185	1			977	2714
2009			65	501	363	265	352	10		1556	4322

JC02 se caracteriza por no presentar muchas oleadas en los primeros años, pero en el cuarto año de cultivo produce una gran explosión de flores. Además, son muy pocas las semanas en que no se observa alguna flor abierta.

Tabla 5. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de la floración, semana de inicio y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para JC02

JC02 Año	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
		> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
2006	Jul - Oct	0	0	1 (Sep)	27	42	5
2007	Jun - Oct	2	0	1 (Jul)	26	40	4
2008	May - Sep	2	0	2 (Jun)	21	37	4
2009	May - Oct	10	5	5 (Jun)	21	41	0

• Fenología JC03

La fenología de JC03 se puede observar en la siguiente figura.

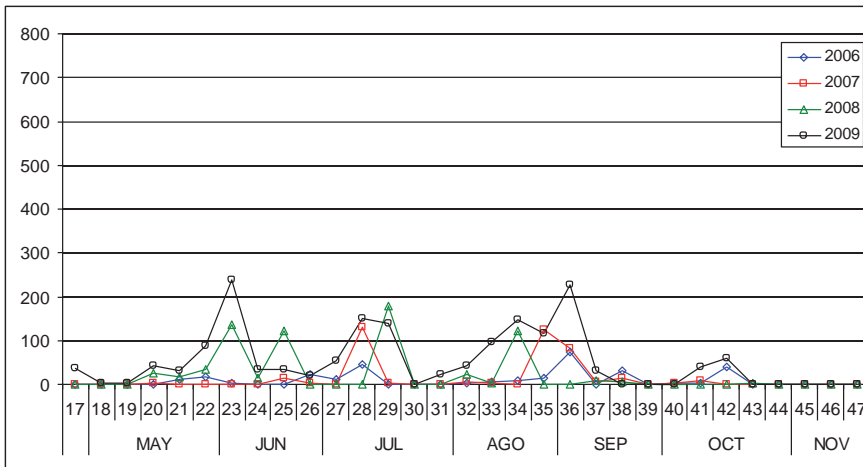


Figura 4. Número de flores abiertas por semana y año para JC03

JC03 presenta una gran floración en los meses de junio, julio y septiembre, por lo que se puede considerar que su producción es de media estación.

En la tabla 6 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que JC03 se ha mostrado como muy productiva, desde el primer año de cultivo.

Tabla 6. Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para JC03

JC03	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
	2006			29	26	56	32	105	48		296
2007			3	19	133	134	103	10		402	136
2008			79	271	178	148	13	3		692	234
2009		38	165	325	368	404	256	100		1656	560

JC03 se caracteriza por presentar numerosas oleadas desde los primeros años, siendo el cuarto cuando se produce el máximo. Sin embargo, existen numerosas semanas donde no se producen flores, lo que indica de la explosividad floral de JC03.

Tabla 7. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de la floración, semana de inicio y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para JC03

JC03	Año	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
			> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
	2006	May - Oct	1	0	2 (Sep)	21	42	5
	2007	May - Oct	3	2	3 (Jul)	20	41	7
	2008	May - Oct	4	4	3 (Jun)	18	44	11
	2009	Abr - Oct	10	6	4 (Jun)	17	42	4

• Fenología JC05

La fenología de JC05 se puede observar en la siguiente figura.

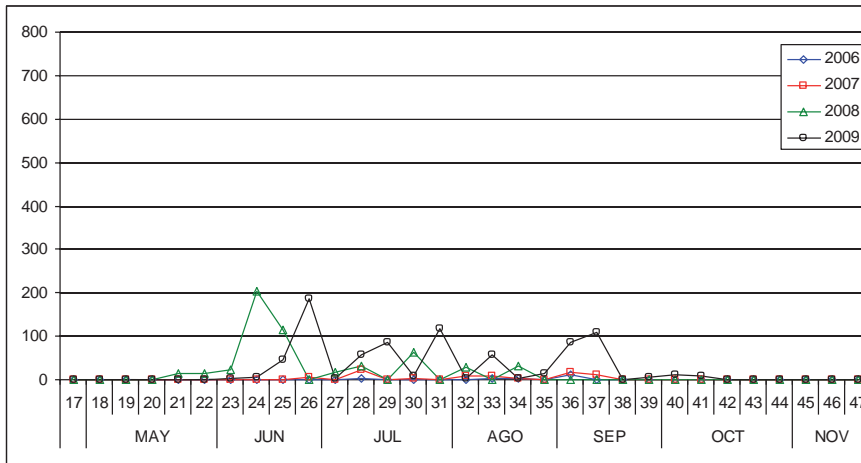


Figura 5. Número de flores abiertas por semana y año para JC05

JC05 presenta una gran floración en junio, julio y septiembre, por lo que se puede considerar su producción de media estación.

En la tabla 8 se representan las flores abiertas en los distintos meses y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que JC05 se ha mostrado como poca productiva los dos primeros años y medianamente productiva los siguientes.

Tabla 8 Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para JC05

	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
JC05	2006				3	6	12	1		22	100
	2007			6	25	19	30	1		81	368
	2008		27	342	110	63				542	2464
	2009			240	271	75	201	19		806	3664

JC05 se caracteriza por presentar numerosas oleadas a partir del tercer año de producción.

Tabla 9. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de floración, semana de inicio y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para JC05

JC05	Año	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
			> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
2006		Jul - Oct	0	0	1 (Sep)	28	40	5
2007		Jun - Oct	0	0	1 (Jul)	26	40	4
2008		May - Ago	3	2	4 (Jun)	20	34	3
2009		Jun - Oct	7	3	3 (Jun)	23	41	1

• Fenología de *H. undatus*

La fenología de *Hylocereus undatus* se puede observar en la siguiente figura.

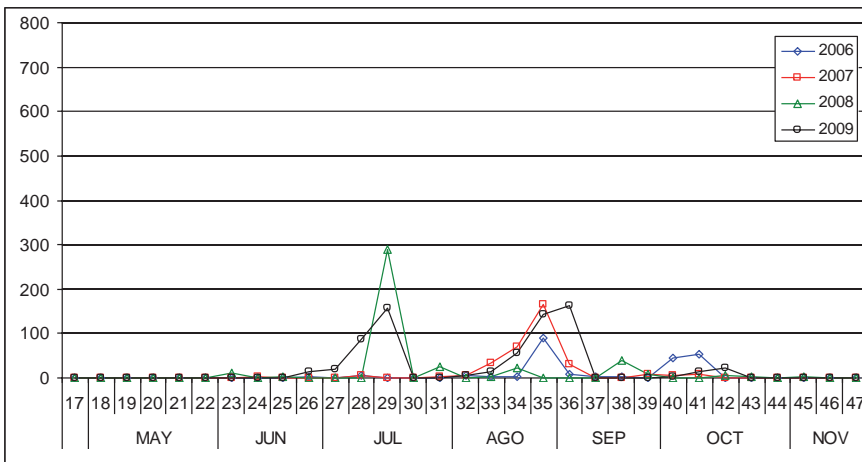


Figura 6. Número de flores abiertas por semana y año para *H. undatus*

H. undatus presenta una gran floración en julio y septiembre, con un repunte en octubre; por lo que se puede considerar su producción de estación tardía. En la tabla 10 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que *H. undatus* se ha mostrado medianamente productiva todos los años.

Tabla 10. Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para *Hylocereus undatus*

	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
<i>Hylocereus undatus</i>	2006			2	7	103	16	98		226	100
	2007			6	8	276	38	14		342	151
	2008			13	314	26	47	10	2	412	182
	2009			14	265	215	165	40		699	309

En la tabla 11 se ha representado el número de oleadas de floración en los distintos años estudiados, así como la intensidad de las mismas. Esta se caracteriza por presentar numerosas oleadas a partir del cuarto año. Además, el que presente numerosas semanas sin flores indica lo concentrado y la intensidad de las oleadas de floración.

Tabla 11. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de floración, semana de inicio de floración y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para *H. undatus*

<i>Hylocereus undatus</i>	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
		> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
Año							
2006	Jun - Oct	2	0	2 (Ago)	26	42	5
2007	Jun - Oct	2	1	3 (Ago)	24	41	4
2008	Jun - Nov	1	1	5 (Jul)	23	45	11
2009	Jun - Oct	5	3	3 (Jul)	25	42	3

• Fenología de *H. purpusii*

La fenología de *Hylocereus purpusii* se puede observar en la siguiente figura.

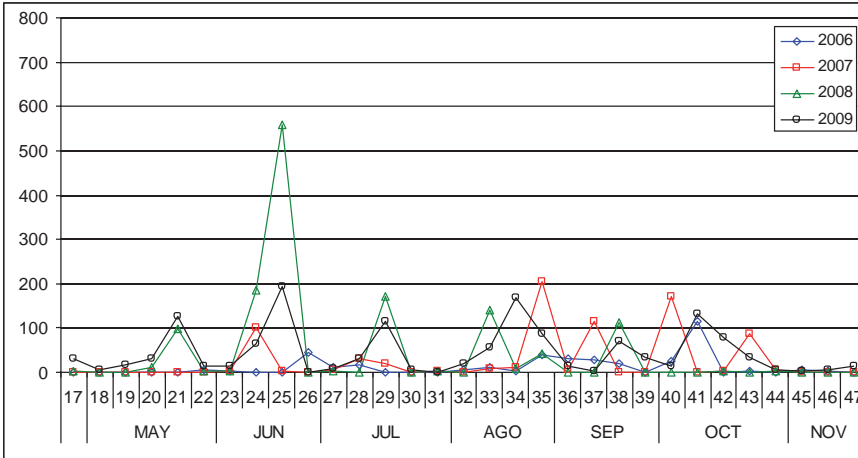


Figura 7. Número de flores abiertas por semana y año para *H. purpusii*

H. purpusii presenta una gran floración desde mayo hasta finales de octubre, con un pico en el mes de junio, por lo que se puede considerar su producción es durante toda la estación de producción.

En la tabla 12 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que *H. purpusii* se ha mostrado altamente productiva todos los años.

Tabla 12. Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para *Hylocereus purpusii*

	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
<i>Hylocereus purpusii</i>	2006		7	49	31	59	80	144	9	379	100
	2007			108	62	223	120	268		781	206
	2008	3	113	748	175	190	111	6	1	1347	355
	2009	31	195	272	163	331	120	267	24	1403	370

En la tabla 13 se ha representado el número de oleadas de floración en los distintos años estudiados, así como la intensidad de las mismas. Esta se caracteriza por presentar numerosas oleadas a partir del primer año de producción, siendo más intensas a partir del segundo año. Además, presenta pocas semanas sin flores, por lo que la hace ideal para recibir o donar polen, ya que produce casi todas las semanas desde el inicio hasta el final de las demás *Hylocereus spp.* ensayadas.

Tabla 13. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de la floración, semana de inicio de floración y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para *H. purpusii*

<i>Hylocereus purpusii</i> Año	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
		> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
2006	May - Nov	1	1	2 (Oct)	22	47	6
2007	Jun - Oct	5	3	4 (Ago)	23	44	4
2008	May - Nov	6	5	5 (Jun)	20	45	10
2009	Abr - Nov	10	5	4 (Jun)	17	47	1

• Fenología de *H. triangularis*

La fenología de *Hylocereus triangularis* se puede observar en la siguiente figura.

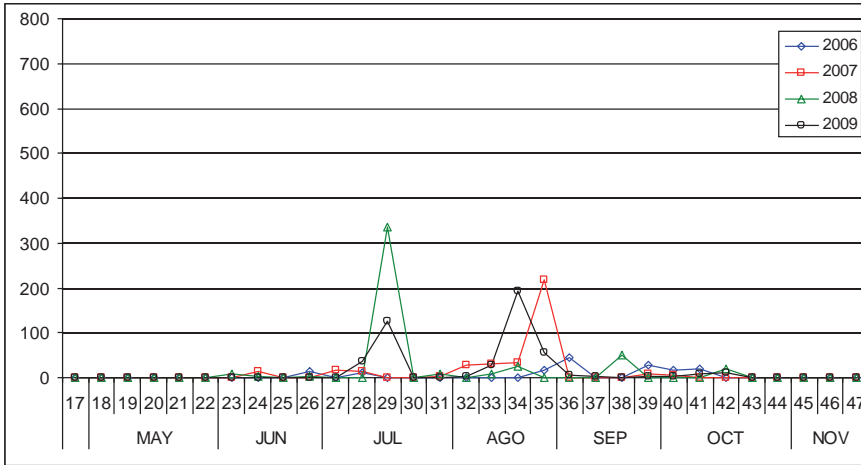


Figura 8. Número de flores abiertas por semana y año para *H. triangularis*

H. triangularis presenta una gran floración en julio y septiembre, con un repunte en octubre, por lo que se puede considerar su producción de estación tardía.

En la tabla 14 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que se ha mostrado poco productiva todos los años.

Tabla 14. Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para *Hylocereus triangularis*

	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
<i>Hylocereus triangularis</i>	2006			15	13	20	74	36		158	100
	2007			14	32	311	9	6		372	235
	2008			16	346	33	50	19		464	294
	2009				163	280	10	21		474	300

En la tabla 15 se ha representado el número de oleadas de floración en los distintos años estudiados, así como la intensidad de las mismas. Esta se caracteriza por presentar pocas oleadas desde el primer año de producción. Además, presenta numerosas semanas sin flores, lo que indica lo errático de su floración.

Tabla 15. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de la floración, semana de inicio de floración y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para *H. triangularis*

<i>Hylocereus triangularis</i>	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
		> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
Año							
2006	Jun - Oct	0	0	1 (Sep)	26	41	6
2007	Jun - Oct	1	1	4 (Ago)	24	40	4
2008	Jun - Oct	1	1	5 (Jul)	23	42	9
2009	Jul - Oct	3	2	4 (Ago)	28	42	2

• Fenología de *H. hybridum*

La fenología de *Hylocereus hybridum* se puede observar en la siguiente figura.

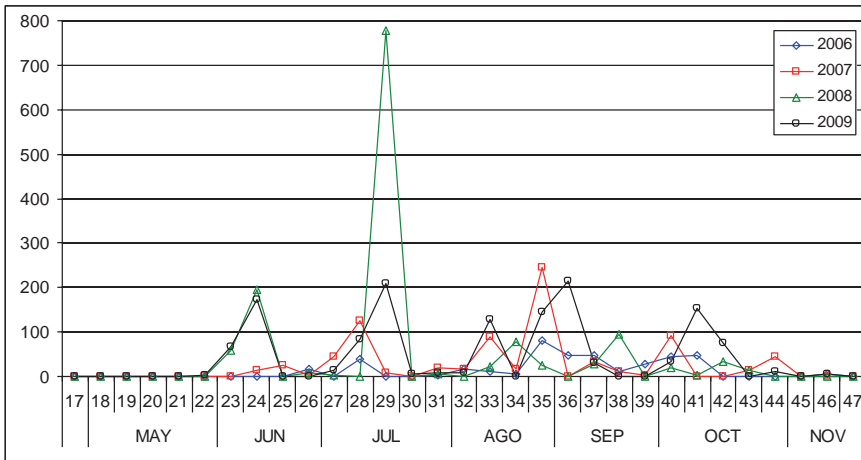


Figura 9. Número de flores abiertas por semana y año para *H. hybridum*

H. hybridum presenta una gran floración desde junio hasta octubre, con un pico en julio; por lo que se puede considerar su producción de estación mediana-tardía.

En la tabla 16 se representan las flores abiertas en los distintos meses de floración y en el periodo 2006-2009. Hay que indicar que se ha mostrado muy productiva todos los años.

Tabla 16 Número de flores abiertas en cada mes durante los cuatro primeros años de cultivo, el total al año y el % de flores sobre el año 2006 para *Hylocereus hybridum*

	Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año	%
<i>Hylocereus hybridum</i>	2006			17	42	114	133	93	6	405	100
	2007			42	195	368	46	150		801	198
	2008		1	262	786	124	122	69		1364	337
	2009		2	242	321	281	245	270	6	1367	337

En la tabla 17 se ha representado el número de oleadas de floración en los distintos años estudiados, así como la intensidad de las mismas. Esta se caracteriza por presentar numerosas oleadas a partir del segundo año. Sin embargo, presenta algunas semanas sin flores, lo que indica lo numerosas y explosivas que son sus floraciones.

Tabla 17. Periodo de floración, número de oleadas con más de 50 y 100 flores semanales, densidad de la floración, semana de inicio de floración y final de floración y semanas en las que no hubo apertura de flor para *H. hybridum*

<i>Hylocereus hybridum</i> Año	Periodo de floración	Oleadas con		Densidad floración	Semanas de		
		> 50	> 100		Inicio	Fin	con 0 flores
2006	Jun - Nov	1	0	2 (Ago)	25	41	5
2007	Jun - Oct	4	2	4 (Ago)	24	44	3
2008	May - Oct	5	2	5 (Jul)	20	43	8
2009	May - Nov	9	6	4 (Sep)	22	46	6

3. Producción de las distintas pitayas rojas

El total de todas las polinizaciones realizadas durante los años de estudio fueron 1.442, recolectándose 979 frutos en total, lo que representa un 67,89% de éxito de las mismas.

• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC01

Los frutos polinizados de JC01 fueron 174, recolectándose 101 frutos, lo que representa un 58,05%. En este caso destacó que tanto en la polinización autógama directa como indirecta con su propio polen no se obtuvieron frutos, aunque en el cruce JC01 x JC01 si se obtuvieron frutos, por lo que se considera que es compatible. El hecho de que los dos cruces de fecundación autógama presentaron un 0% de eficacia lleva aparejado que el porcentaje total de frutos con todos los cruzamientos obtenidos sea inferior a la media del ensayo. Teniendo en cuenta las flores producidas semanalmente en cada una de las *Hylocereus spp.*, y sabiendo que una determinada flor puede polinizar hasta 10 flores de otras pitayas, se ha calculado el porcentaje de las posibles flores polinizadas.

Tabla 18. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para JC01

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
JC01	100,0	100,0	100,0	100,0	37	16	43,2
JC02	51,5	40,6	98,7	82,0	14	5	35,7
JC03	70,0	59,4	33,1	73,8	18	13	72,2
JC05	39,2	50,5	75,2	73,4	20	14	70,0
<i>H. undatus</i>	35,4	26,2	13,8	34,3	15	13	86,7
<i>H. purpusii</i>	60,8	65,8	79,4	93,8	15	10	66,7
<i>H. hybridum</i>	50,0	73,3	57,9	56,9	10	8	80,0
<i>H. triangularis</i>	37,7	42,1	29,9	28,5	25	22	88,0

Tabla 19. Características sobresalientes de los frutos de JC01

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
JC01	499,5 b	166,8 abc	17,32 a	8,83 a	48,3 a
JC02	638,8 ab	183,8 abc	12,47 ab	9,38 a	48,0 abc
JC03	542,2 b	153,1 abc	11,32 b	9,18 a	49,2 a
JC05	571,4 b	207,8 a	12,07 ab	8,83 ab	43,8 abc
<i>H. undatus</i>	329,5 c	122,0 bcd	9,17 b	7,54 c	46,5 d
<i>H. purpusii</i>	467,4 b	143,0 bcd	10,03 b	8,30 abc	40,1 abc
<i>H. hybridum</i>	753,9 a	110,5 cde	13,19 ab	9,38 a	49,6 a
<i>H. triangularis</i>	305,8 c	103,4 de	9,04 b	7,57 cb	36,5 d
Libre	176,8 d	81,2 e	7,65 b	6,03 d	43,2 c

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia de polinización más alta se obtuvo con *H. triangularis* (88,0%), *H. undatus* (86,7%) e *H. hybridum* (80,0%). Luego JC03 (72,2%), JC05 (70,0%) e *H. purpusii* (66,7%). Por último, un tercer grupo formado por JC01 (43,2%) y JC02 (35,7%).

De la tabla anterior se deduce que los frutos de menor tamaño fueron los no polinizados, aunque esta diferencia solo fue significativa con las restantes polinizaciones en el caso del grosor de los mismos, mientras que en cuanto a la longitud, los frutos sin polinizar, aunque de menor longitud solo difirieron significativamente de los polinizados con JC01.

Además, el hecho de obtener sólo 92 frutos de un total de más de 1.109 flores en la polinización libre (total de flores entre 2006 y 2009) indica que la polinización manual es una práctica agrícola muy efectiva. Los frutos de polinización libre fueron tan pequeños que apenas presentaron pulpa, por lo que el polen que llegó a los estigmas de las flores no fue suficiente para poder desarrollar frutos.

El mayor peso se obtuvo con *H. hybridum*, aunque sin diferir significativamente de los polinizados con JC02, que, a su vez, no se diferenció estadísticamente con JC01, JC03, JC05 e *H. purpusii*. Los frutos de *H. undatus* y *H. triangularis*, fueron de peso inferior.

Por último, los frutos procedentes de polinización libre presentaron los menores pesos, difiriendo estadísticamente de todos los demás. En general se cumplió que los frutos más pesados fueron también los más grandes, a excepción de los frutos de JC01 que además fueron más largos que anchos en comparación con el resto de los frutos obtenidos.

En relación al tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección hay que indicar que *H. triangularis* pareció adelantar la fecha de recolección de JC01 frente al resto de las posibles fecundaciones.

Para estimar la productividad en los cuatro primeros años habría que tener en cuenta el número de flores totales emitidas en el año determinado, la superficie ocupada y el número de plantas (8,5 m²/planta y 6 plantas), la posibilidad de polinización, el éxito de las mismas, y el peso promedio de los frutos obtenidos. Para ello haremos:

$$\text{flores} / \text{m}^2 = \frac{\text{flores_totales}}{\text{m}^2 / \text{planta} \times \text{númerodeplantas}}$$

$$\% \text{ frutos} / \text{ flor} = \frac{\% \text{ flores_coincidentes} \times \% \text{ frutos_obtenidos}}{100} \text{ (en cada caso)}$$

$$\text{frutos} / \text{m}^2 = (\text{flores} / \text{m}^2) \times \frac{\% \text{ frutos} / \text{ flor}}{100}$$

$$\text{productividad} = \text{frutos} / \text{m}^2 \times \text{pesomedio} \times \frac{\text{kg}}{1000\text{g}} \times \frac{10000\text{m}^2}{\text{ha}} \text{ (kg / ha)}$$

Haciendo para cada caso se obtendría la siguiente tabla.

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	0	0	0	0	0
Autopoli I.	0	0	0	0	0
JC01	5.500	8.547	13.201	19.717	46.965
JC02	2.994	3.667	13.770	17.087	37.518
JC03	6.985	9.210	7.927	26.398	50.520
JC05	3.997	8.000	18.401	26.826	57.224
<i>H. undatus</i>	2.578	2.965	2.412	8.953	16.908
<i>H. purpusii</i>	4.832	8.125	15.143	26.720	54.820
<i>H. hybridum</i>	7.687	17.510	21.363	31.357	77.917
<i>H. triangularis</i>	2.586	4.487	4.922	7.008	19.003
Libre					1.341

Como se deduce de la tabla anterior, con los datos obtenidos en este estudio, la productividad de JC01 varió en función del donante de polen, presentando alogamia entre sí. Los mayores rendimientos se han obtenido con *H. hybridum*, JC05, JC03 e *H. purpusii*.

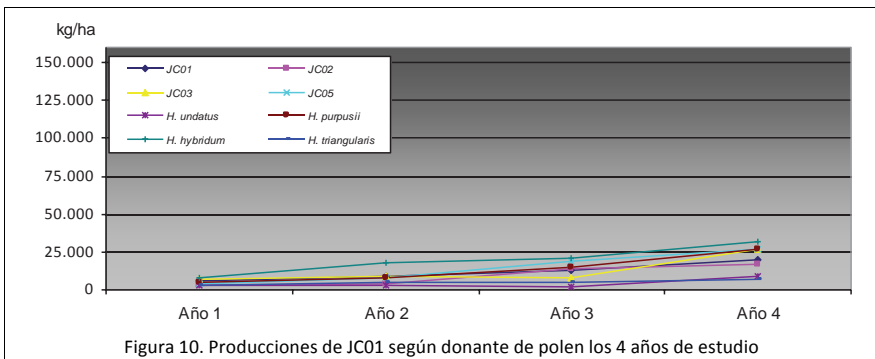


Figura 10. Producciones de JC01 según donante de polen los 4 años de estudio

• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC02

El total de frutos polinizados de JC02 fueron 164, recolectándose 88 frutos, lo que representó un 53,66%. En este caso destacó que tanto en la polinización autógena directa como indirecta, en el cruce JC02 x JC02 y como donante de polen JC05 no se obtuvieron frutos, lo que implica autoincompatibilidad. El hecho de que los dos cruces de fecundación autógena presentaron un 0% de eficacia lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos sea inferior a la media del ensayo.

Tabla 21. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para JC02

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	11	0	0,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
JC01	80,6	82,0	78,9	87,5	32	29	90,6
JC02	100,0	100,0	100,0	100,0	20	0	0,0
JC03	88,9	96,6	12,3	87,5	26	11	43,2
JC05	58,3	91,0	89,6	68,3	15	0	0,0
<i>H. undatus</i>	63,9	85,4	14,7	40,9	15	14	93,3
<i>H. purpusii</i>	86,1	79,8	63,7	79,3	10	10	100,0
<i>H. hybridum</i>	86,1	70,2	60,5	83,2	15	14	93,3
<i>H. triangularis</i>	55,6	62,9	19,9	33,9	10	10	100,0

Tabla 22. Características sobresalientes de los frutos de JC02

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
JC01	341,6 a	132,9 a	9,41 ab	7,70 a	42,9 a
JC03	343,0 a	141,3 a	9,24 ab	7,86 a	43,2 a
<i>H. undatus</i>	368,6 a	124,9 a	10,26 a	8,19 a	39,0 b
<i>H. purpusii</i>	356,8 a	s.d.	9,41 ab	7,88 a	45,7 a
<i>H. hybridum</i>	328,1 a	105,0 a	8,60 b	7,78 a	42,0 ab
<i>H. triangularis</i>	377,5 a	119,0 a	9,52 ab	8,39 a	43,0 a
Libre	139,4 b	61,6 b	6,84 c	5,48 b	45,0 a

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta en polinización se obtuvo con *H. triangularis* (100,0%), *H. purpusii* (100,0%), *H. undatus* (93,3%), *H. hybridum* (93,3%) y JC01 (90,6%), siendo JC03 visiblemente inferior a las anteriores (43,2%). En el resto de cruces no se obtuvieron frutos.

Al igual que en el caso del JC01 y de la anterior tabla se deduce que los frutos recolectados y no polinizados manualmente (polinización libre) fueron mucho más pequeños en tamaño y peso que el resto de los frutos. Además, se volvió a observar la importancia de la polinización manual por la baja efectividad de la polinización libre (48 frutos de un total de más de 3.046 flores, total de flores entre 2006 y 2009).

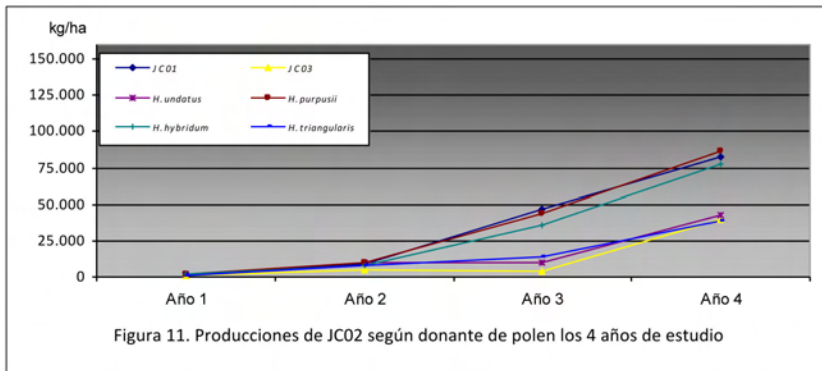
Los frutos de polinización libre son tan pequeños que apenas presentaron pulpa. Destacar que no existieron diferencias significativas entre las distintas polinizaciones en cuanto al peso de los frutos, su cáscara o anchura.

Las diferencias estadísticas en el largo de los frutos fueron mínimas, aunque JC02 obtenido con polen de *H. undatus* presentó la mayor longitud. Obviamente, todo lo anterior excluye a los frutos polinizados libremente, ya que estos son más pequeños y pesan menos que el resto.

En cuanto el tiempo transcurrido desde la polinización hasta recolección hay que indicar que JC03 pareció adelantar la fecha de recolección de JC02 frente al resto de las posibles fecundaciones, aunque no difiere estadísticamente de *H. undatus*. Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01 y se obtendría:

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	0	0	0	0	0
Autopoli I.	0	0	0	0	0
JC01	1.761	8.857	46.779	82.622	140.019
JC02	0	0	0	0	0
JC03	930	4.996	3.491	39.557	48.974
JC05	0	0	0	0	0
<i>H. undatus</i>	1.551	10.250	9.685	42.914	64.400
<i>H. purpusii</i>	2.169	9.938	43.540	86.325	141.972
<i>H. hybridum</i>	1.860	7.500	35.479	77.705	122.544
<i>H. triangularis</i>	1.482	8.287	14.391	39.044	63.204
Libre					672

Como puede verse en la tabla anterior con los datos obtenidos en el ensayo, JC02 presentó una productividad alta en comparación con JC01. *H. purpusii*, JC01 y *H. hybridum* resultaron los mejores polinizantes para JC02.



• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC03

El total de frutos polinizados de JC03 fueron 159, recolectándose 105 frutos, lo que representa un 66,04%. JC03 destacó al no obtener frutos tanto en la polinización autógena directa como indirecta, lo que implica autoincompatibilidad con su propia flor, aunque en el cruce JC03 x JC03 si se obtuvieron frutos, por lo que se considera que es alógama entre sí. El hecho de que los dos cruces de fecundación autógena presentaron un 0% de eficacia lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos sea inferior a la media del ensayo.

Tabla 24. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para JC03

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
JC01	61,5	44,0	52,0	72,8	11	10	90,9
JC02	53,0	85,6	68,6	90,0	25	20	80,0
JC03	100,0	100,0	100,0	100,0	17	4	23,5
JC05	41,2	57,7	69,5	61,7	10	8	80,0
<i>H. undatus</i>	73,3	72,4	63,6	66,8	10	8	80,0
<i>H. purpusii</i>	85,5	83,8	73,0	87,0	21	17	81,0
<i>H. hybridum</i>	75,0	76,6	69,1	77,4	25	23	92,0
<i>H. triangularis</i>	61,1	73,9	60,8	50,8	20	15	75,0

Tabla 25. Características sobresalientes de los frutos de JC03

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
JC01	350,4 a	131,9 a	10,49 a	7,50 abc	40,3 abc
JC02	312,6 abc	126,7 a	9,79 ab	7,32 abc	40,0 bc
JC03	228,1 cd	108,6 abc	9,25 ab	6,50 cd	40,3 abc
JC05	356,1 a	144,9 a	10,11 ab	7,85 abc	44,0 a
<i>H. undatus</i>	238,9 bcd	102,9 bc	8,51 b	6,72 bcd	41,4 abc
<i>H. purpusii</i>	217,4 d	86,0 b	9,05 ab	6,33 d	38,0 c
<i>H. hybridum</i>	363,9 a	138,6 a	10,24 a	7,96 a	41,8 abc
<i>H. triangularis</i>	300,5 abc	121,5 ab	9,86 ab	7,23 abcd	40,0 abc
Libre	142,6 e	67,4 c	6,86 c	5,17 e	41,6 abc

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta en polinización se obtuvo con *H. hybridum* (92,0%) y JC01 (90,9%). Luego estaría un grupo formado por *H. purpusii* (81,0%), *H. undatus* (80,0%) y JC05 (80,0%). *H. triangularis* presentó valores menores a los anteriores y el cruce JC03 x JC03 alcanza valores inferiores al 24%.

Con la polinización libre se obtuvo una muy baja eficiencia (94 frutos de un total de más de 3.046 flores, total de flores entre 2006 y 2009), siendo los frutos recolectados mucho más pequeños en tamaño y peso sin apenas presentar pulpa. Los frutos más pesados se han obtenido con *H. hybridum*, JC05, JC01, JC02 e *H. triangularis*, siendo los tres primeros manifiestamente diferentes al resto de los cruces, a excepción de JC02 e *H. triangularis*. Luego existió un grupo formado por *H. purpusii*, JC03 e *H. undatus* que obtendrían unos pesos más pequeños que en los anteriores, pero mayores que los obtenidos por polinización libre. Los frutos más pesados fueron también los más grandes.

En cuanto el tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección indicar que *H. purpusii* pareció adelantar la fecha de recolección de JC03 frente al resto de las posibles fecundaciones, aunque solo difiere estadísticamente de JC05. Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01:

Tabla 26. Estimación de la productividad (kg/ha) de JC03 con los datos obtenidos en el ensayo

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	0	0	0	0	0
Autopoli I.	0	0	0	0	0
JC01	11.369	11.047	22.473	75.292	120.181
JC02	7.693	16.874	23.278	73.082	120.927
JC03	3.111	4.225	7.273	17.405	32.014
JC05	6.812	12.957	26.865	57.074	103.708
<i>H. undatus</i>	8.131	10.907	16.493	41.455	76.986
<i>H. purpusii</i>	8.738	11.632	17.442	49.746	87.558
<i>H. hybridum</i>	14.573	20.214	31.389	84.140	150.316
<i>H. triangularis</i>	7.992	13.128	18.593	37.176	76.889
Libre					1.435

JC03 presentó una productividad alta con *H. hybridum*, JC01 y JC02, 84.139 kg/ha, 75.300 kg/ha y 73.082 kg/ha respectivamente. Para *H. hybridum*, donante más eficiente, el primer año las producciones se encontrarían entorno a 14.000 kg/ha, el segundo año 20.000 kg/ha y el cuarto año 84.000 kg/ha, es en este año cuando la producción es casi 3 veces mayor al año anterior.

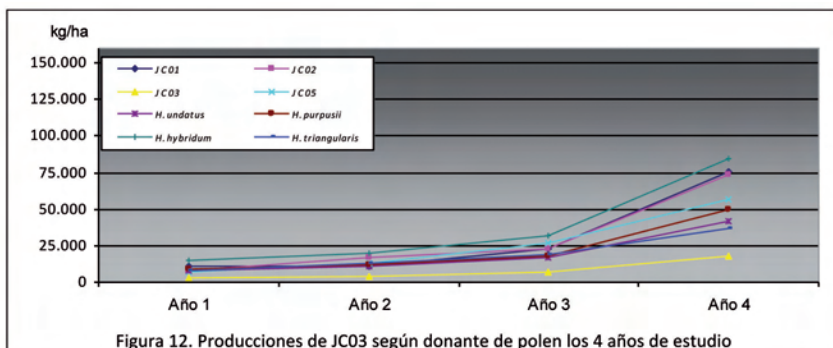


Figura 12. Producciones de JC03 según donante de polen los 4 años de estudio

• Polinizaciones y frutos obtenidos con JC05

El total de frutos polinizados de JC05 fueron 123, recolectándose 54 frutos, lo que representa un 43,90%. JC05 se caracterizó porque tanto en la polinización autógena directa como indirecta no se obtuvieron frutos; además, el cruce JC05 x JC05 tampoco fue fructífero, por lo implica autoincompatibilidad con su propia flor. En el cruce de polen procedente de JC02 sobre JC05 tampoco se obtuvieron frutos, por lo que se considera que son incompatibles entre sí. El hecho de que los dos cruces de fecundación autógena, la autoincompatibilidad y la incompatibilidad con JC02 presenten un 0% de eficacia lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos sea inferior a la media del ensayo.

Tabla 27. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para JC05

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	12	0	0,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
JC01	100,0	97,5	95,2	89,2	10	6	60,0
JC02	81,8	84,0	99,6	100,0	10	0	0,0
JC03	95,5	92,6	18,8	96,9	10	8	80,0
JC05	100	100	100	100	14	0	0,0
<i>H. undatus</i>	90,9	84,0	16,1	58,4	12	3	25,0
<i>H. purpusii</i>	90,9	86,4	77,1	52,6	20	14	70,0
<i>H. hybridum</i>	95,5	75,3	51,1	66,9	15	15	100,0
<i>H. triangularis</i>	81,8	66,7	17,9	38,7	10	8	80,0

Tabla 28. Características sobresalientes de los frutos de JC05

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
JC01	255,8 c	90,0 b	8,22 b	7,08 c	43,6 ab
JC03	366,2 bc	110,5 b	9,65 a	8,23 ab	41,5 bc
<i>H. undatus</i>	251,7 c	95,0 b	9,17 ab	6,83 c	38,0 cd
<i>H. purpusii</i>	482,9 a	153,6 a	10,38 a	9,96 a	44,6 ab
<i>H. hybridum</i>	431,2 ab	125,7 ab	9,53 a	8,20 b	43,1 ab
<i>H. triangularis</i>	318,0 c	95,4 b	10,02 a	7,74 bc	37,6 d
Libre	85,2 d	42,7 c	6,20 c	4,66 d	45,8 a

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta en polinización se obtiene con *H. hybridum* (100,0%), *H. triangularis* (80,0%), JC03 (80,0%), *H. purpusii* (70,0%) y JC01 (60,0%), siendo *H. undatus* el que menor porcentaje de efectividad presenta con un 25%.

Tal y como se ha venido indicando en los casos anteriores se deduce que los frutos recolectados y no polinizados manualmente (polinización libre), fueron mucho más pequeños en tamaño y peso, sin apenas pulpa, que el resto de los frutos. Además, la eficiencia fue muy baja (6 frutos de un total de más de 1.451 flores, total de flores entre 2006 y 2009).

Los frutos de mayor peso se han obtenido con *H. purpusii* e *H. hybridum*, siendo el primero de ellos manifiestamente diferente al resto de los cruces, a excepción de *H. hybridum*. Luego existió un grupo formado por el resto de las polinizaciones que han dado frutos, siendo el cruce con JC01 el que menor peso presentó. En general se cumple que los frutos más pesados fueron también los más grandes.

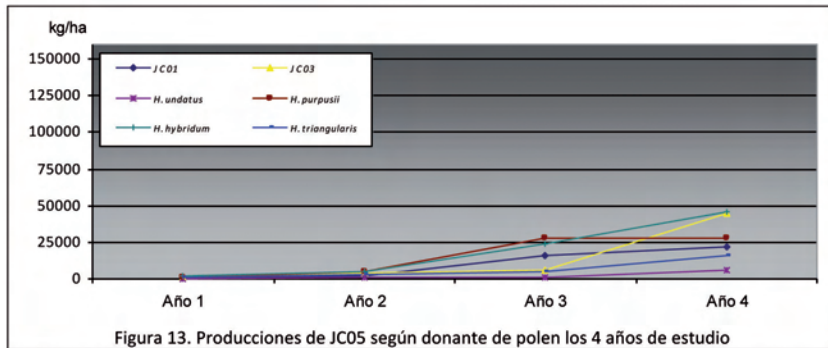
En cuanto el tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección hay que indicar que *H. triangularis* e *H. undatus* parecieron adelantar la fecha de recolección de JC05 frente al resto de las posibles fecundaciones, aunque este último no difiere estadísticamente de JC03.

Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01 y se obtendría:

Tabla 29. Estimación de la productividad (kg/ha) de JC05 con los datos obtenidos en el ensayo

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	0	0	0	0	0
Autopoli I.	0	0	0	0	0
JC01	662	2.377	15.528	21.636	40.203
JC02	0	0	0	0	0
JC03	1.207	4.309	5.853	44.864	56.233
JC05	0	0	0	0	0
<i>H. undatus</i>	247	839	1.077	5.808	7.971
<i>H. purpusii</i>	1.325	4.639	27.697	28.100	61.761
<i>H. hybridum</i>	1.776	5.157	23.417	45.590	75.940
<i>H. triangularis</i>	898	2.695	4.839	15.559	23.991
Libre					81

Como puede verse en la tabla anterior, la productividad mayor se obtuvo con *H. hybridum*, 45.590 kg/ha, valor muy similar al de JC03.



• Polinizaciones y frutos obtenidos con *Hylocereus undatus*

El total de frutos polinizados de *H. undatus* fueron 189, recolectándose 154 frutos, lo que representa un 81,48%. Esta especie destacó porque tanto en la polinización autógama directa como indirecta se obtuvieron frutos. El hecho que se obtuviesen un porcentaje mayor de frutos en la polinización autógama indirecta que con la directa podría estar relacionado con que el estigma sobrepase a las anteras de las flores unos 2 cm en altura. Que todos los cruces presentaran frutos lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos sea muy superior a la media del ensayo.

Tabla 30. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para *H. undatus*

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	1	10,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	20	9	45,0
JC01	34,5	33,0	10,4	83,0	10	9	90,0
JC02	19,5	68,1	8,7	96,9	22	22	100,0
JC03	86,3	71,9	18,4	99,1	25	25	100,0
JC05	18,1	33,0	9,5	90,0	10	9	90,0
<i>H. undatus</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	10	5	50,0
<i>H. purpusii</i>	100,0	93,6	95,9	94,8	38	36	94,7
<i>H. hybridum</i>	99,6	88,9	96,8	91,3	24	24	100,0
<i>H. triangularis</i>	95,1	91,5	96,4	78,8	20	14	70,0

Tabla 31. Características sobresalientes de los frutos de *H. undatus*

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
Autopoli D.	129,0	90,0	6,00	5,00	35,0
Autopoli I.	356,3 e	127,1 bc	8,98 bcde	7,81 c	33,0 ab
JC01	602,9 abc	165,3 a	11,08 abcde	9,74 a	31,4 b
JC02	493,1 d	122,5 c	10,50 abcde	8,46 bc	34,7 a
JC03	682,3 a	154,1 ab	11,97 ab	9,58 a	35,9 a
JC05	572,5 bc	162,3 a	10,65 abcde	9,21 abc	35,3 a
<i>H. undatus</i>	217,4 f	99,0 cd	6,86 e	5,68 d	36,6 a
<i>H. purpusii</i>	568,3 c	168,8 a	12,51 a	8,75 bc	35,9 a
<i>H. hybridum</i>	649,0 ab	148,3 ab	12,27 ab	9,30 ab	35,9 a
<i>H. triangularis</i>	161,3 f	61,2 e	7,12 de	6,08 d	35,6 a
Libre	154,5 f	81,1 d	7,24 cde	5,69 d	36,3 a

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta se obtuvo con JC02, JC03 e *H. hybridum*, con un 100%. Seguido por JC01, JC05 e *H. purpusii*, con porcentajes sobre 90%. Un tercer grupo formado por las polinizaciones autógena indirecta y alógama propia con porcentajes alrededor del 50%. Por último, la autógena directa presentó el menor de los porcentajes, con un 10%.

De nuevo, con la polinización libre se obtuvo una baja eficiencia (280 frutos de un total de más de 1.679 flores, total de flores entre 2006 y 2009), siendo los frutos recolectados mucho más pequeños en tamaño y peso sin apenas presentar pulpa. Los frutos de mayor peso se obtuvieron con JC03 (682,3 g), *H. hybridum* y JC01, siendo el primero de ellos manifiestamente diferente al resto de los cruces. Luego existió un grupo formado por *H. purpusii* y JC02 con pesos intermedios, mientras que los pesos obtenidos con el resto de los cruces, fueron más pequeños que en los casos anteriores pero mayores que

los obtenidos por polinización libre.

Los frutos obtenidos con *H. triangularis* presentaron pesos inferiores a los 200 g, lo que hace indicar que puede existir cierta autoincompatibilidad entre esta especie e *H. undatus*.

En cuanto el tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección hay que indicar que JC01 pareció adelantar la fecha de recolección de *H. undatus* frente al resto de las posibles fecundaciones.

Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01 y se obtendría:

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	572	865	1.042	1.771	4.250
Autopoli I.	7.105	10.752	12.953	22.007	52.817
JC01	19.957	30.201	36.383	61.815	148.356
JC02	21.174	32.042	38.600	65.582	157.398
JC03	29.963	45.342	54.623	92.806	222.734
JC05	20.549	31.097	37.462	63.649	152.757
<i>H. undatus</i>	4.817	7.289	8.781	14.920	35.807
<i>H. purpusii</i>	22.618	34.228	41.233	70.056	168.135
<i>H. hybridum</i>	26.258	39.735	47.868	81.329	195.190
<i>H. triangularis</i>	3.943	5.966	7.188	12.212	29.309
Libre					3.515

Se obtuvo una productividad alta para *H. undatus*, con *H. hybridum* e *H. purpusii*, pero inferior a JC03 (92.806 kg/ha).

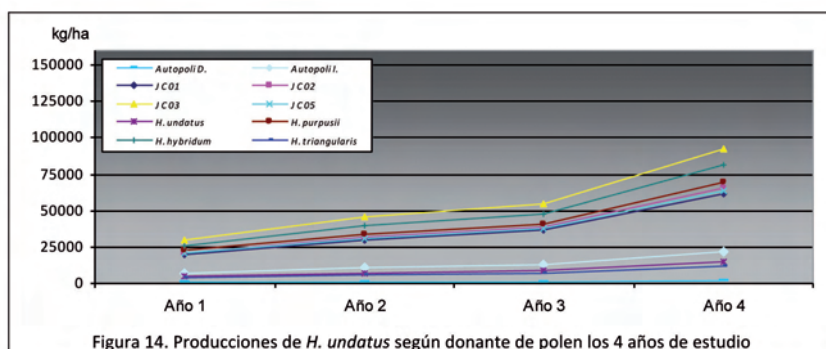


Figura 14. Producciones de *H. undatus* según donante de polen los 4 años de estudio

• Polinizaciones y frutos obtenidos con *Hylocereus purpusii*

El total de frutos polinizados de *H. purpusii* fueron 243, recolectándose 163 frutos, lo que representa un 67,08%. Esta especie destacó porque tanto en la polinización autógama directa como indirecta como la alógama consigo misma no se obtuvieron frutos. El hecho de que existan cruces que no den frutos lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos fuera inferior a la media del ensayo.

Tabla 33. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para *H. purpusii*

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
JC01	53,8	27,3	49,0	68,4	16	12	75,0
JC02	28,0	22,5	66,5	72,8	20	14	70,0
JC03	69,7	45,5	7,9	86,6	52	41	78,9
JC05	22,2	22,9	65,5	53,3	15	15	100,0
<i>H. undatus</i>	84,2	48,0	26,7	54,0	30	30	100,0
<i>H. purpusii</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	30	0	0,0
<i>H. hybridum</i>	93,9	99,0	50,4	47,9	40	33	82,5
<i>H. triangularis</i>	78,9	55,6	31,1	49,8	20	18	90,0

Tabla 34. Características sobresalientes de los frutos de *H. purpusii*

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
JC01	562,8 a	193,4 a	10,13 a	9,59 a	37,6 a
JC02	457,0 ab	125,3 bc	9,12 b	9,20 a	34,2 cd
JC03	413,6 bc	141,1 b	8,38 b	8,81 a	35,5 bc
JC05	474,0 ab	149,0 b	8,99 b	9,21 a	36,0 abc
<i>H. undatus</i>	416,2 bc	142,2 b	8,53 b	8,94 a	35,1 cd
<i>H. purpusii</i>	359,6 c	114,7 c	8,45 b	8,13 b	36,7 ab
<i>H. hybridum</i>	441,7 bc	153,9 b	9,05 b	9,10 a	35,3 d
<i>H. triangularis</i>	218,2 d	83,5 d	6,49 c	6,69 b	35,6 bc
Libre	562,8 a	193,4 a	10,13 a	9,59 a	37,6 a

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta en polinización se obtuvo con JC05 e *H. undatus*, que presentaron un 100% de efectividad. Luego estaría un grupo formado por *H. triangularis* e *H. hybridum*, con porcentajes que superan el 80%. Por último, un tercer grupo estaría formado por las polinizaciones con JC03, JC01 y JC02, que tuvieron valores comprendidos entre 70 y 79%.

Los frutos recolectados y no polinizados manualmente (polinización libre), como en los casos anteriores, fueron mucho más pequeños en tamaño y peso, sin apenas pulpa.

Además, la eficiencia fue muy baja (38 frutos de un total de más de 3.910 flores (total de flores entre 2006 y 2009). Los frutos de mayor peso de *H. purpusii* se obtuvieron con JC01 que difiere significativamente de los restantes salvo de JC02 y JC05, siendo los de menor peso los polinizados con *H. hybridum*.

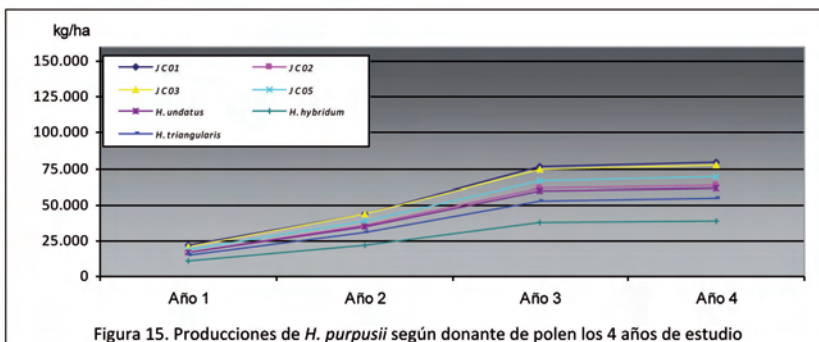
En cuanto al tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección JC02 y *H. undatus* pareció adelantar la fecha de recolección de *H. purpusii* frente al resto de las posibles fecundaciones, aunque no existen diferencias significativas.

Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01 y se obtendría:

Tabla 35. Estimación de la productividad (kg/ha) de *H. purpusii* con los datos obtenidos en el ensayo

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	0	0	0	0	0
Autopoli I.	0	0	0	0	0
JC01	21.456	44.213	76.255	79.425	221.349
JC02	17.307	35.664	61.510	64.067	178.548
JC03	20.988	43.249	74.593	77.694	216.524
JC05	18.775	38.689	66.727	69.501	193.692
<i>H. undatus</i>	16.702	34.417	59.360	61.828	172.307
<i>H. purpusii</i>	0	0	0	0	0
<i>H. hybridum</i>	10.560	21.762	37.532	39.093	108.947
<i>H. triangularis</i>	14.712	30.317	52.287	54.461	151.777
Libre					600

El gran número de flores que produce *H. purpusii* hace que la producción máxima teórica el cuarto año polinizando con JC01 alcance valores de 79.425 kg/ha. Luego se sitúan JC03, JC05 y JC02, destaca que la menor producción se obtiene con *H. hybridum*.



• Polinizaciones y frutos obtenidos con *Hylocereus hybridum*

El total de frutos polinizados de *H. hybridum* fueron 219, recolectándose 158 frutos, lo que representa un 72,15%. En esta especie destacó que tanto en la polinización autógama directa como indirecta no se obtuvieron frutos. Sin embargo, si se obtuvieron frutos con la polinización alógama entre ella misma. El hecho de que la mayoría de los cruces presentaron frutos lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos fue muy superior a la media del ensayo.

Tabla 36. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo, cantidad de frutos recolectados para *H. hybridum*

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	0	0,0
JC01	58,0	28,3	25,7	71,5	10	10	100,0
JC02	27,2	46,2	27,6	83,7	24	23	95,8
JC03	76,3	64,3	9,4	96,0	30	30	100,0
JC05	27,9	38,5	25,3	75,1	10	8	80,0
<i>H. undatus</i>	88,4	66,9	79,8	77,0	21	19	90,4
<i>H. purpusii</i>	92,6	95,1	93,2	93,7	50	43	86,0
<i>H. hybridum</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	34	7	20,5
<i>H. triangularis</i>	80,0	81,4	82,0	60,6	20	18	90,0

Tabla 37. Características sobresalientes de los frutos de *H. hybridum*

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
JC01	644,6 a	187,8 a	10,82 ab	9,19 a	33,1 c
JC02	590,4 a	148,6 ab	10,89 a	9,51 a	32,5 c
JC03	543,0 ab	158,3 ab	10,34 ab	9,46 a	35,2 ab
JC05	517,6 ab	141,6 ab	10,20 ab	9,54 a	32,0 c
<i>H. undatus</i>	528,1 ab	135,8 b	10,45 ab	9,05 a	34,0 bc
<i>H. purpusii</i>	483,7 bc	139,5 b	9,85 b	8,68 a	35,9 a
<i>H. hybridum</i>	307,7 cd	77,6 c	8,02 c	7,40 b	35,0 abc
<i>H. triangularis</i>	453,3 bc	135,8 b	9,95 ab	8,90 a	33,0 c
Libre	197,6 d	82,5 c	7,04 c	6,34 b	36,1 a

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta en polinización se obtuvo con JC01 y JC03, JC02, *H. undatus* e *H. triangularis* presentaron eficacias superiores al 90% e *H. purpusii* y JC05 superiores al 80%. Sin embargo, la alogamia de *H. hybridum* es algo superior al 20%.

Como en los casos ya estudiados, los frutos recolectados y no polinizados manualmente fueron mucho más pequeños en tamaño y peso, sin prácticamente pulpa. La polinización libre tuvo una muy baja eficiencia (280 frutos de un total de más de 3.937 flores, total de flores entre 2006 y 2009).

Los frutos de mayor peso se han obtenido con JC01 (644,6 g), JC02, JC03 e *H. undatus*, aunque solo los dos primeros difieren estadísticamente de los restantes. Los pesos obtenidos con el resto de los cruces son menores pero siempre mayores que los obtenidos por polinización libre. En general se cumple que los frutos más pesados fueron también los más grandes.

En cuanto el tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección hay que indicar que JC05, JC02, JC01 e *H. triangularis* parecieron adelantar la fecha de recolección de *H. hybridum* frente al resto de las posibles fecundaciones.

Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01 y se obtendría:

Tabla 38. Estimación de la productividad (kg/ha) de *H. hybridum* con los datos obtenidos en el ensayo

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	0	0	0	0	0
Autopoli I.	0	0	0	0	0
JC01	36.600	72.387	123.265	123.536	355.788
JC02	37.606	74.376	126.654	126.932	365.568
JC03	41.396	81.872	139.417	139.723	402.408
JC05	24.695	48.841	83.170	83.353	240.060
<i>H. undatus</i>	29.218	57.786	98.402	98.618	284.024
<i>H. purpusii</i>	30.953	61.218	104.246	104.475	300.891
<i>H. hybridum</i>	5.031	9.951	16.944	16.982	48.908
<i>H. triangularis</i>	19.633	38.830	66.122	66.267	190.852
Libre					371

Como puede verse en la tabla anterior, para *H. hybridum*, cualquiera de las pitayas procedentes de Guatemala (especialmente JC03), así como *H. undatus* e *H. purpusii* presentaron una productividad muy alta cuando fueron utilizados como polinizantes.

H. triangularis presentó también una producción alta pero inferior al resto porque el peso medio de los frutos obtenidos es menor. En el resto de los cruces esto no se cumplió porque no coincidieron las floraciones. En el caso de que se hubiese polinado todas las flores del cuarto año (1367 unidades) con JC03 se hubiese obtenido una producción de 139.723 kg/ha, la más alta de las producciones obtenidas de todas las pitayas rojas estudiadas

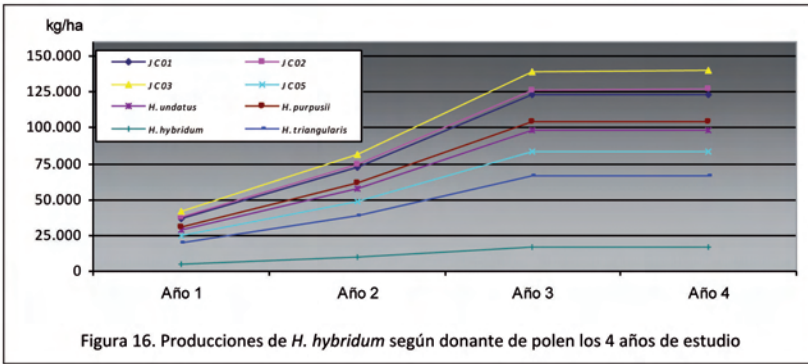


Figura 16. Producciones de *H. hybridum* según donante de polen los 4 años de estudio

• Polinizaciones y frutos obtenidos con *Hylocereus triangularis*

El total de frutos polinizados con *H. triangularis* fueron 171, recolectándose 156 frutos, lo que representa un 91,22%. En esta especie destacó que tanto en la polinización 62 autógama directa como indirecta si obtuvieron frutos. El hecho que se obtuviese un porcentaje mayor de frutos en la polinización autógama indirecta que con la directa podría estar relacionado con que el estigma no sobrepase a las anteras de las flores en 2 cm en altura. El hecho de que los todos los cruces presentaron frutos lleva aparejado que el porcentaje total de frutos obtenidos fuera muy superior a la media del ensayo.

Tabla 39. Polinizaciones realizadas a lo largo del tiempo y cantidad de frutos recolectados para *H. triangularis*

Dador de polen	% Posible flor polinizada según dador de polen				Total del ensayo Polinización dirigida		
	2006	2007	2008	2009	Pol	Rec	%
Autopoli D.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	2	20,0
Autopoli I.	100,0	100,0	100,0	100,0	10	10	100,0
JC01	66,5	32,0	9,9	55,5	12	11	91,6
JC02	53,8	57,8	9,1	97,9	21	21	100,0
JC03	88,0	80,1	15,7	98,7	31	30	96,7
JC05	55,7	29,6	9,7	61,2	8	7	87,5
<i>H. undatus</i>	81,0	97,8	98,5	99,6	19	19	100,0
<i>H. purpusii</i>	81,6	90,1	99,4	100,0	20	20	100,0
<i>H. hybridum</i>	100,0	99,7	99,8	58,6	30	28	93,3
<i>H. triangularis</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	10	8	80,0

Tabla 40. Características sobresalientes de los frutos de *H. triangularis*

Dador de polen	Peso fruto (g)	Peso piel (g)	Largo fruto (cm)	Ancho (cm)	Días polinización-recolección
Autopoli D.	146,2 e	79,9 efg	6,00 e	4,75 e	39,0 a
Autopoli I.	229,9 cde	85,4 defg	8,05 cde	6,52 cde	36,2 a
JC01	531,3 ab	133,2 bcde	11,14 ab	8,43 ab	37,6 a
JC02	608,5 a	173,0 a	11,77 a	9,34 a	35,1 a
JC03	438,3 b	105,5 cdef	10,06 b	8,25 b	35,5 a
JC05	556,6 ab	142,0 abcde	10,57 ab	8,90 ab	36,0 a
<i>H. undatus</i>	239,8 cde	78,3 fg	8,58 cde	6,69 cde	35,9 a
<i>H. purpusii</i>	456,8 b	147,5 ab	10,85 ab	8,31 b	35,7 a
<i>H. hybridum</i>	279,7 cde	61,6 g	8,65 cde	6,76 cde	35,9 a
<i>H. triangularis</i>	180,4 cde	91,5 cdefg	7,67 cde	6,22 cde	36,3 a
Libre	153,0 de	76,2 g	6,79 de	5,59 de	34,4 a

Las distintas letras en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05\%$) por el test de Duncan

La eficiencia más alta en polinización se obtuvo con JC02, *H. undatus*, *H. purpusii* y autogamia indirecta, con el 100% de frutos de *H. triangularis*. Luego estaría un grupo formado por JC01, JC03, JC05 e *H. hybridum* e *H. triangularis*, con porcentajes sobre el 80%. Por último, la polinización autógama directa presentó porcentajes en torno al 20%.

Como en los casos anteriores los frutos recolectados y no polinizados manualmente fueron mucho más pequeños en tamaño y peso, sin prácticamente pulpa. La polinización libre tuvo una muy baja eficiencia (188 frutos de un total de más de 1.468 flores, total de flores entre 2006 y 2009).

Los frutos de mayor peso se han obtenido con JC02, JC05, JC01 y *H. purpusii*, si bien solo JC02 difiere estadísticamente de los restantes cruces no mencionados, los pesos de los frutos obtenidos con el resto de los cruces, aunque menores, son a su vez, mayores que los obtenidos por polinización libre. *H. triangularis* presenta un tamaño pequeño en frutos, incluso inferior a la polinización libre, lo que hace indicar que puede existir cierta autoincompatibilidad entre esta especie e *H. undatus*. En general se cumple que los frutos más pesados fueron también los más grandes.

En cuanto el tiempo transcurrido desde la polinización hasta la recolección no se observan diferencias significativas al respecto.

Para estimar la productividad de los cuatro primeros años se opera igual que en el caso de JC01 y se obtendría:

Tabla 41. Estimación de la productividad (kg/ha) de *H. triangularis* con los datos obtenidos en el ensayo

Dador de polen	2006	2007	2008	2009	Total
Autopoli D.	906	2.133	2.660	2.718	8.417
Autopoli I.	7.122	16.769	20.916	21.367	66.174
JC01	8.374	19.717	24.593	25.123	77.807
JC02	18.456	43.453	54.199	55.367	171.475
JC03	12.969	30.535	38.087	38.908	120.499
JC05	9.234	21.741	27.118	27.702	85.795
<i>H. undatus</i>	7.399	17.421	21.730	22.198	68.748
<i>H. purpusii</i>	14.152	33.320	41.560	42.456	131.488
<i>H. hybridum</i>	4.739	11.158	13.917	14.217	44.031
<i>H. triangularis</i>	4.471	10.527	13.130	13.413	41.541
Libre					1.820

Para *H. triangularis*, tanto el cruce con JC02 como con *H. purpusii* presentaron la productividad más alta, que en general fue baja para todas las pitayas estudiadas. En el caso de que se hubiese podido polinizar todas las flores del cuarto año (474 unidades) con JC02, se hubiese obtenido una producción de 55.367 kg/ha.

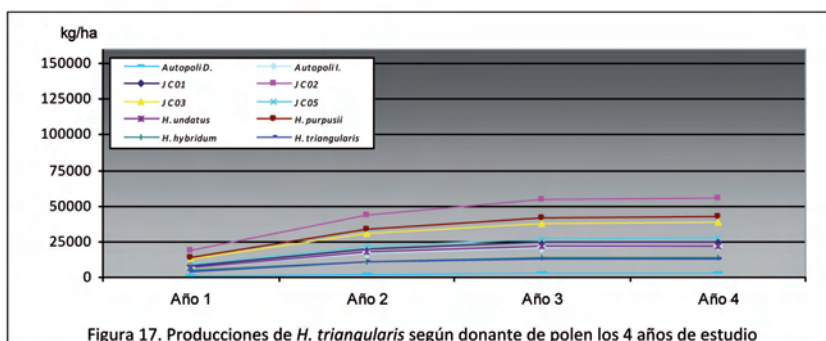


Figura 17. Producciones de *H. triangularis* según donante de polen los 4 años de estudio

• Análisis de las principales pitayas estudiadas

A las pitayas que han destacado más, bien por su sabor como por su producción, se les ha realizado un análisis de azúcares, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 42. Principales azúcares de la pitayas más sobresalientes

Pitaya	Fructos g/100 g	Glucosa g/100g	Maltosa g/100g	Azúcares g/100 g	Grados Brix
JC01	1,7	6,8	2,0	10,6	14,5
JC03	2,8	6,1	2,3	11,3	14,7
<i>H. undatus</i>	2,3	6,0	0,8	9,0	11,5
<i>H. purpusii</i>	0,7	4,3	1,5	6,6	10,3
<i>H. hybridum</i>	1,4	5,5	1,4	8,3	11,0



4. BIBLIOGRAFÍA

- BARTHLOTT, W. Y HUNT, D.R. 1993. **Cactaceae. The families and genera of vascular plants.** Vol II Flowering Plants. Dicotyledous Springer-Verlag. Berlin.
- BRITON, N.L. AND ROSE, J.N. 1963. **The cactaceae: description and illustration of plants of the cactus family.** Dover, New York. Vol. 1 and 2
- COMITÉ TÉCNICO DE MEDIDAS FITOSANITARIAS (PRODUCTOS VEGETALES Y FRUTAS FRESCAS). 2001. **Norma Técnica Nicaragüense: Norma de Procedimiento para la Producción, Comercialización y Exportación de la Fruta Fresca y Pulpa de la Pitahaya.** NTN 11 001-01
- GALAN SAÚCO, V. 2008. Potential of Minor Tropical Fruits to Become Important Fruit Crops. Ponencia invitada presentada al IV International Symposium in Tropical Fruits (ISHS). Bogor. Indonesia 3-7/11/2008. Acta Horticulturae (En preparación)
- LE BELLEC, F. y JUDITH, R-C.. 1999. **La Pitahaya a La Réunion, Bilan et Perspectives.** CIRAD-FLHOR, Station de Bassin-Plat: 35 pp
- LE BELLEC, F. 2004. **Pollinisation et fécondation d'*Hylocereus undatus* et d'*H. Costaricensis* à l'île de la Réunion.** Fruits, vol 59: 411-422
- LUCENA CAVALCANTE Y GERALDO MARINS, 2000. **Effect of juvenility on cutting propagation of red pitaya.** Fruits, vol. 63: 277-283
- METZ, C., A. NERD y MIZRAHI, Y. 2000. **Viability of pollen of two fruit crop cacti of the genus *Hylocereus* is affected by temperature and duration of storage.** HortScience 33 (1): 22-24
- MERTEN, S. 2004. **A review of *Hylocereus* production in the United States.** Yearbook West Australian Nut and Tree Crops Association 27: 20-29
- MIZRAHI, Y., NERD, A. y NOBEL, P.S. 1997. **Cacti as crop.** Horticultural Reviews 18: 291-323
- MIZRAHI, Y. 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
- MIZRAHI, Y, NERD, E.Y. y BEN-ACHER, J. 2007. **New Fruits Grops with high water use efficiency.** J. Janick and Whipkey (des) ASHS pres Alexandria, V:A: 216-222
- MIZRAHI, Y. y NERD, A. 1997. **Reproductive biology of cactus fruit crops.** Horticultural Reviews. Volume 18: 321-346
- NERD, A., RAVEH, E. AND MIZRAHI, Y. 1993. **Adaptation of five columnar cactus species to various conditions in the Negeo Desert og Israel.** Eon. Bot. 43: 31-41

- NERD, A., SITRIT, Y., KAUSHIK, R.A. y MIZRAHI, Y. 2002. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.) *Scientia Horticulturae* 96: 343-350
- NOBEL, P.S. 1998, *Los incomparables agaves y cactus*. Ed. Trillas. 211
- NOBEL, P.S. y DE LA BARREDA, E. 2002. Nitrogen relations for net CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. *Scientia Horticulturae* 96: 281-292
- NORTH, G.B. y NOBEL, P.S., 1992. Changes in Root Hydraulic Conductivity for Two Tropical Epiphytic Cacti as Soil Moisture Varies. *American Journal of Botany*, 81 (1): 46-53
- RAVEH, E., NERD, A. y MIZRAHI, Y. 1996. Responses of climbing cacti to different levels of shade and to carbon dioxide enrichment. *Acts. Hort.* 434: 271-277
- RAVEH, E., NERD, A. y MIZRAHI, Y. 1998. Responses of two hemiepiphytic fruit-crop cactus to different degrees of shade. *Scientia Horticulturae*. 73 (2.3) 151-164
- THOMSON, P. 2002. *Pitahaya (Hylocereus species). A promising new crop for Southern California*. Bonsall Publications, Bonsall, C.A.
- WEISS J., A. NERD y Y. MIZRAHI. 1994. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. *Hortscience* 29(12): 1492-1494.



