

Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” Cienfuegos

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Agrónoma



**Título: “Caracterización y establecimiento *in vitro* de
Heliconia rostrata Ruiz & Pavón”.**

Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo

Autor: Alexander Díaz López

**Tutor: MSc. Flora M. Sosa Rodríguez
Cotutor: Dr.C. Enrique Casanovas Cosío
Consultante: MSc. Roberto Suárez Surí**

2012

Pensamiento:

Enseñar puede cualquiera, educar sólo aquel que sea un evangelio vivo.

José de la Luz y Caballero.

Agradecimiento:

A mis padres, por guiarme siempre en los caminos de la superación, a todos mis profesores por su entrega en mi enseñanza, a mis compañeros de estudio por compartir los conocimientos adquiridos en esta etapa universitaria, a mi tutora, que con su dedicación y talento asistió mi investigación y me sirve de ejemplo para ser una persona cada día más útil a la sociedad, a todo aquel que hizo posible que este trabajo se realizara.

RESUMEN

Heliconia es una especie hortícola, no solo con uso ornamental por su durabilidad y llamativos colores de sus inflorescencias, sino por su importancia y contribución en el incremento de la biodiversidad. El trabajo se desarrolló en la Biofábrica, perteneciente a la Empresa de Semillas Varias y en la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, para hacer una breve caracterización de esta especie del género Heliconia y su posterior preparación (Fase 0), establecimiento o introducción del material (Fase I), según el proceso de micropropagación. Se determinaron características propias de la especie en cuanto al número de brácteas por inflorescencia y el hábitat. Se comprobó la importancia de la Fase 0 en el proceso de micropropagación con la aplicación del fungicida Silvacur Combi CE 30, que disminuyó el porcentaje de explantes contaminados en un 80 %, y se propone como desinfección inicial el uso de Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 5% durante 5 minutos. Para la comparación de los dos tratamientos se utilizó la prueba de hipótesis no paramétrica de Mann Whitney para $P < 0.001$, en el paquete estadístico SPSS v. 15.1, y en el procedimiento estadístico de los datos se utilizó la prueba para dos proporciones en el programa estadístico Statistix, para una confiabilidad de 0.001.

INDICE

1. Introducción.....	1
2. Revisión Bibliográfica.....	4
2.1 Ubicación taxonómica. Principales especies	4
2.2 Características botánicas.....	5
2.3 Anatomía y morfología de Heliconias.....	7
2.4 Polinizadores de Heliconias.....	7
2.5 Hábitad.....	8
2.6 Sustrato y fertilización.....	8
2.7 Propagación.....	10
2.8 Densidad de población.....	11
2.9 Riego.....	12
2.10 Deshije.....	13
2.11 Control de malezas.....	13
2.12 Deshoje y eliminación de vástagos no aprovechados.....	13
2.13 Resiembras.....	13
2.14 Enfermedades.....	13
2.15 Plagas.....	14
2.16 Floración.....	15
2.17 Cosecha.....	15
2.18 Poscosecha.....	16
2.19 Conservación y empaque de las flores.....	17
2.20 Comercialización.....	18
2.21 Situación mundial de la producción de Heliconias.....	20
2.22 Otros usos.....	21
2.23 Heliconias en Cuba.....	21

3. Materiales y Métodos	23
3.1 Caracterización de la especie	23
3.2 Fase 0: Preparativa	23
3.3 Fase I: Establecimiento	24
3.3.1 Porcentaje de contaminación en el establecimiento de explantes tratados y no tratados previo a Fase I con fungicida	24
3.3.2 El hipoclorito de sodio en la desinfección superficial del material	25
4. Resultados y Discusión	26
4.1 Caracterización de la especie	26
4.2 Fase 0: Preparativa	27
4.3 Fase I: Establecimiento	27
4.3.1 Porcentaje de contaminación en el establecimiento de explantes tratados y no tratados previo a Fase I con fungicida	27
4.3.2 El Hipoclorito de Sodio en la desinfección superficial del material	27
5. Conclusiones	31
6. Recomendaciones	32
7. Bibliografía	33
Anexos	

1. INTRODUCCIÓN

El género *Heliconia*, se encuentran dentro de la familia *Heliconiaceae* del orden *Zingiberales*. Es el único género dentro de esta familia, agrupando más 250 especies en el mundo; originarias de Suramérica, Centroamérica, las islas del Pacífico e Indonesia (Instituto Alexander von Humboldt, 2003), (Henao y Ospina, 2008).

Se ubican entre las especies tropicales más populares en cultivo como plantas ornamentales. La mayoría de las especies son ornamentales por sus coloridas e inusitadas brácteas que envuelven sus flores, así como la durabilidad de las mismas. Son importantes como protectoras, ya que protegen las fuentes de agua e imprescindibles en la reforestación (Vargas, 2002). Actúan recíprocamente con un extraordinario número de organismos. Son polinizadas por los colibríes y los murciélagos (Berry y Kress, 1991). Los frutos se dispersan por muchas especies de pájaros (Berry y Kress, 1991). Gran cantidad de insectos, incluyendo escarabajos, orugas, hormigas, se alimentan o viven dentro de sus brácteas (Seifert, 1982). Tales interacciones biológicas demuestran el valor ecológico de estas especies, sobre todo en las comunidades tropicales. Son de vital importancia ecológica, ya que debido a su crecimiento rizomatoso son aptas para contrarrestar los movimientos de tierra en las laderas erosionadas de barrancos y pendientes. El rizoma de algunas es comestible, asado o cocinado; tal es el caso de la *Heliconia hirsuta*, por otra parte las hojas son utilizadas en algunas regiones para envolver alimentos.

La mayoría de las especies habitan en regiones húmedas y lluviosas, pero otras se hallan en zonas secas. Un gran porcentaje de las especies suelen encontrarse en elevaciones medias, en hábitats de bosques húmedo. Las más llamativas suelen habitar en zonas abiertas de crecimiento secundario, en las orillas de los ríos o bordeando las carreteras.

Las potencialidades de las diversas especies de *Heliconias* han sido poco reconocidas; sin embargo, mercados de Estados Unidos, Asia y Alemania presentan una demanda creciente de este tipo de flores. El escaso

conocimiento técnico y científico acerca del cultivo de estas especies, aunado al lento desarrollo de las mismas en campo, hacen que se dificulte su producción a gran escala (Atehortúa *et al.*, 2002). La biotecnología constituye una herramienta fundamental para ayudar a satisfacer las necesidades de los productores, a través del desarrollo de métodos de propagación *in vitro* que permiten obtener explantes de interés económico y excelente calidad en las cantidades requeridas (Ciencia y Técnica, 2004).

La floricultura en nuestro país está concebida por pequeños productores, asimismo, las condiciones de producción y distribución exigen un sustancial incremento en cantidad y calidad para cubrir la demanda. Por lo que es necesario la introducción de nuevas variedades y mejorar la calidad de la oferta, organizando y potencializando este sector (Soroa, 2000).

En encuesta realizada por el Grupo de Prospección Tecnológica de Flores y Plantas Ornamentales (GPDTPOFC, 2000), en La Habana están más satisfechos con las ofertas de plantas ornamentales que con las flores, en el caso de los hoteles, se dificulta mucho la ornamentación que desean y el precio al que se ofertan estos productos. En la población existe una gran insatisfacción, tanto en la oferta de plantas ornamentales como de flores, más aun en días señalados (Hernández, 2004).

La producción anual oscila alrededor de los 80 millones de docenas. Entre las provincias de mayor producción de flores se encuentran Ciego de Ávila y Camagüey (GPDTPOFC, 2000). Con estas producciones, no se satisfacen las demandas de la población, por lo que la búsqueda de nuevas variedades para su comercialización es una necesidad. Estas especies poco conocidas en el país, son flores tropicales de gran calidad y potencial para la floristería (Jerez, 2007).

El cultivo de Heliconias en Cuba puede incrementar las posibilidades de comercialización, ya que nuestro clima es favorable para el desarrollo del mismo, se incrementará la conservación de este recurso fitogenético y su explotación sostenida.

Problema Científico:

No se dispone de una caracterización, ni un método para el establecimiento *in vitro* de la especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto se establece la siguiente hipótesis de trabajo:

“La caracterización del crecimiento y desarrollo de esta especie, y la determinación del método para el establecimiento *in vitro*, permitirá obtener mayores volúmenes de material para su propagación, posterior plantación y explotación sostenida”

Para dar cumplimiento a la hipótesis se trazan los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Caracterizar y determinar un método para el establecimiento *in vitro* de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar la especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón
2. Proponer la dosis de desinfección y tiempo de exposición de los rizomas para su establecimiento en el proceso de micropropagación.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 UBICACIÓN TAXONOMICA. PRINCIPALES ESPECIES

Las especies de Heliconias están agrupadas en el orden Zingiberales, y son conocidas como exóticas tropicales por su variedad de colores, formas, tamaños y larga durabilidad incluso en floreros. Además de ellas son muy conocidas las gingers y las aves del paraíso (Betancur y Kress, 1993). Del género *Heliconia* se han descrito más de 250 especies, de las cuales 97 se encuentran distribuidas en Colombia y 48 de éstas han sido descritas como endémicas, ubicándola como el centro de diversidad más grande de este género en el mundo (Abalo y Morales, 1982).

En Colombia, las regiones con mayor número de especies son la vertiente occidental andina, con el 35%; el valle del río Atrato, con el 25%; las vertientes del río Magdalena, con el 25% y la región Oriental Andina con el 25%. Aproximadamente la mitad de las especies que crecen en Colombia son endémicas. Las regiones con mayor proporción de endemismo son la Andina, con el 75% y la Pacífica con el 20% (Betancur y Kress, 1993, 1994).

Las heliconias, aves del paraíso, las achiras, gingers, bilbos y otras plantas conocidas como platanillos están agrupadas botánicamente en el orden Zingiberales. Este orden lo componen ocho familias: *Heliconiaceae*, *Strelitziaceae*, *Musaceae*, *Costaceae*, *Lowiaceae*, *Marantaceae*, *Zingiberaceae*, *Cannaceae*.

Anteriormente, el grupo de plantas pertenecientes a la familia *Heliconiaceae* se ubicaban en la familia *Musaceae*. Nakai en 1941 las separó como *Heliconiaceae*, posteriormente, Kress (1994) propuso un nuevo sistema de clasificación en subgéneros y secciones, basado en características morfológicas, ecológicas y genéticas. Esta familia solo está representada por el género *Heliconia* y el 98% de éstas se encuentran distribuidas en el centro y sur de América y en el Caribe (Kress *et al.*, 1999), (Maza y Builes, 2000).

Científicamente son del Reino: Plantae, Subreino: Tracheobionta, División: Magnoliophyta, Clase: Liliopsida, Subclase: *Commelinidae*, Orden: Zingiberales, Familia: *Heliconiaceae*, Género: *Heliconia*.

Entre las principales especies comerciales se encuentran: *H. bihai*, *H. latispatha*, *H. stricta*, *H. psittacorum*, *H. wagneriana*, *H. caribea*, *H. rostrata*, *H. collinsiana*, entre otras, las dos últimas de inflorescencia péndula.

2.2 CARACTERISTICAS BOTANICAS

Las Heliconias son plantas monocotiledóneas con crecimiento rizomatoso que emite brotes o vástagos. Cada uno de estos está compuesto por un tallo, técnicamente llamado pseudotallo. Las hojas están compuestas por un pecíolo y una lámina colocadas en posición dística. De acuerdo a la disposición de estas se pueden identificar tres hábitos de crecimiento: musoide, cuando las hojas están en posición vertical y con pecíolos muy largos; zingiberoide, con hojas en la mayoría de los casos, sésiles y dispuestas en forma más o menos horizontal y canoide cuando la hojas presentan pecíolos medianos (Kress *et al.*, 1999), (Maza y Builes, 2000).

Estas especies son plantas de porte erecto, de 0.45 m. a 10 m. de altura y hojas de varias formas y tamaños. El tallo está formado por el traslape de los pecíolos de las hojas. Cada hoja está formada por dos mitades separadas por una vena principal que se prolonga desde el pecíolo (Figura 1). Las inflorescencias casi siempre terminales son hermafroditas, pues poseen una parte masculina (estambres) y una femenina (pistilo) Las brácteas son los órganos más vistosos de una Heliconia, generalmente son de colores primarios o mezclados, ofreciendo un colorido incomparable, pueden aparecer todo el año como sucede en la *Heliconia psittacorum* y *Heliconia rostrata*, o por temporada como sucede en la mayoría de las especies. La inflorescencia está formada por unas hojas transformadas en brácteas. Las brácteas de la inflorescencia son habitualmente muy vistosas, de un color rojo brillante, amarillo o de una combinación de ambos, aunque a veces son verdosas o incluso rosadas. En la mayoría de los casos son suaves y brillantes, aunque a veces están cubiertas de pelos lanosos (Velayos, 2001).

Cada una de ellas encierra en su interior un número variado de flores hermafroditas que puede llegar a ser hasta 50 (Velayos, 2001). Las flores contienen un estambre estéril, cinco funcionales y tres carpelos, se caracterizan por tener unas brácteas estrechas y brillantes de color dorado, amarillo y rojo. Cada flor permanece abierta únicamente un día, como hay muchas flores por cada bráctea y muchas brácteas por cada inflorescencia, cada planta permanece florida por un largo período de tiempo (Velayos, 2001).

La inflorescencia puede ser erecta, con brácteas dispuestas hacia arriba o péndula, con brácteas dispuestas hacia abajo. Generalmente brotan en forma terminal, al final del pseudotallo, en algunas especies ocasionalmente brota del rizoma en un tallo sin hojas, como en *H. metallica* y en *H. hirsuta*.

La fruta es una baya carnosa que contiene de una a tres semillas de 1.5 cm. de diámetro, de color verde o amarillo cuando está inmadura y de color azul profundo al madurar (FHIA, 1995). Sus colores lo hace muy atractivo para aves y mamíferos que al comerlo contribuyen así a dispersar sus semillas (Velayos, 2001).

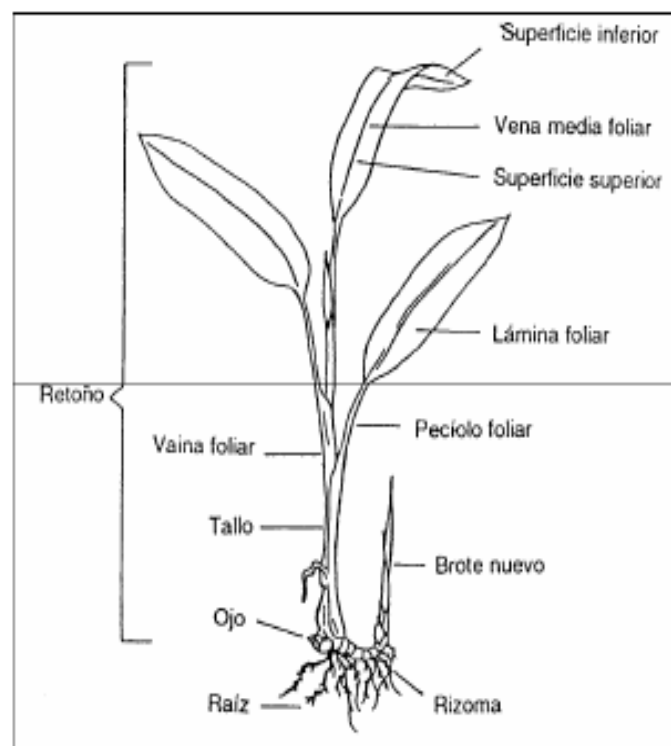


Figura I. Características de Heliconia. (FHIA, 1995).

2.3 ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA DE HELICONIAS

Las Heliconias son hierbas perennes grandes, emiten rizomas, son simpódicas acaulecentes con tallos aéreos extendidos no ramificados glabros, o algunas veces con tricomas ramificados, relativamente pobres en flavonoides algo taniníferas y con rafidios en todas las partes, vasos confinados a las raíces con placas perforadas escalariformes alargados, haces vasculares encerrados dispersos en el tallo, pero los que se encuentran en la periferia aglomerados y

provistos cada uno con una vaina fibrosa, células de sílice presentes cercanos a los haces vasculares hacia su cara interna, cada una con paredes engrosadas irregularmente y conteniendo un cuerpo de sílice (Edgar, 2001).

2.4 POLINIZADORES DE HELICONIAS

En los trópicos americanos, los Colibríes son los polinizadores exclusivos de las Heliconias rojas, amarillas, rosas y naranjas. Los murciélagos que se alimentan de néctar son los polinizadores de las Heliconias verdes (Berry y Kress, 1991), (Velayos, 2001), (Sanabria *et al.*, 2007).

2.5 HABITAT

Las especies de Heliconias se pueden encontrar creciendo en áreas húmedas, sub-húmedas, tropicales y subtropicales y áreas con sistema de irrigación (FEDEX, 2003). Estas plantas necesitan calor y humedad para su buen desarrollo (Instituto Alexander von Humboldt, 2003). En la región sur occidental de Guatemala, se encuentran principalmente en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical (cálido), y la parte costera de los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos (Otzoy *et al.*, 2003). Se desarrollan bien entre el nivel del mar y los 600 metros de altitud (FHIA, 1995), (Otzoy *et al.*, 2003).

La temperatura óptima para el desarrollo de Heliconia es de 28°C con un rango entre 25 y 32°C, no soportan las heladas y tampoco producen flores cuando la temperatura se eleva más de los 35°C. A estas flores no les afecta el fotoperíodo y su floración depende de la temperatura. Deben sembrarse a pleno sol o en áreas donde la mayor parte del día estén iluminadas por la luz solar (FHIA, 1995). Agrotropical mantiene semi sombreado un 70% de las especies, el otro 30% puede tolerar plena exposición al solar.

Las flores tropicales son suculentas y el mayor contenido lo constituye el agua. Crecen naturalmente en zonas con más de 2 000 mm. de precipitación anual. El suplemento de irrigación puede ayudar a solventar el déficit hídrico en zonas con medias de precipitación más bajas al requerimiento (FHIA, 1995). En la región Suroccidental de Guatemala, las zonas donde se localizaron Heliconias, la precipitación promedio anual varía entre 2 136 y 4 327 mm., con una media

de 3 284 mm (Otzoy *et al.*, 2003). En general, todas las flores tropicales se ven favorecidas cuando la humedad es mayor al 80%.

Los vientos fuertes mayores de 14.4 km.h, son causa importante de pérdidas de plantas. En zonas con incidencia de vientos es aconsejable usar cortinas rompe vientos (FHIA, 1995).

2.6 SUSTRATO Y FERTILIZACION

Se puede generalizar dentro de ciertos rangos, que los aspectos nutricionales de Heliconias y Alpinias son muy similares a las de las musáceas, donde el nitrógeno (N) y el potasio (K) juegan un papel importante en el crecimiento normal y la producción comercial de estas. La mayoría de plantas que pertenecen al orden de las *Zingiberales* son altamente susceptibles a la deficiencia de potasio. No toleran los suelos básicos, ni con mal drenaje (Turriago y Flórez, 2008).

El intenso crecimiento de esta especie y la alta producción de masa verde de la misma, denotan un alto nivel de utilización de nutrientes, cuyo abastecimiento puede resolverse a través de la aplicación de fertilizantes en proporciones y momentos teóricamente convenientes. Para el efecto, se recomienda la aplicación de 46, 50 y 150 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, en las siguientes épocas de aplicación: uno, cuatro y cinco meses después de la siembra (Álvarez *et al.*, 1984).

Reportan niveles foliares óptimos para *Heliconia sp.* y diferentes dosis de macronutrientes con influencias notables en algunas variables en la planta (Bittencourt y Oliveira, 1995), (Atehortúa, 1998). Algunos autores indican, que estas requieren alto contenido de nitrógeno (N), potasio (K), magnesio (Mg) y elementos menores, como azufre (S), molibdeno (Mo), boro (B), y zinc (Zn). La proporción recomendada para épocas de floración es de 3:0,5:2 de nitrógeno, fósforo y potasio (Broschat, 1995), (Maza y Builes, 2000). A nivel foliar los rangos nutricionales están en los siguientes niveles (Tabla I) (Maza y Builes, 2000).

Tabla I. Niveles nutricionales a nivel foliar de *Heliconia* sp.

Elemento	Rango	Rango superior
Nitrógeno (%)	3,1-3,8	>3,8
Fósforo (%)	0,2-0,4	>0,4
Potasio (%)	3,5-4,5	>4,5
Calcio (%)	1,26-1,75	>1,75
Magnesio (%)	0,26-0,8	>0,8
Azufre (%)	0,2-0,8	>0,8
Boro (ppm)	10-75	>75
Cobre (ppm)	6-25	>25
Hierro (ppm)	76-300	>300
Manganeso (ppm)	100-1000	>1000
Zinc (ppm)	25-250	>250

2.7 PROPAGACIÓN

El cultivo exitoso de las especies de Heliconias depende de un adecuado método de propagación y de la realización de labores culturales a tiempo, con el fin de obtener plantas sanas y de buena calidad. La primera cosecha se obtiene entre los siete y los diez primeros meses después de la siembra, pero la flor con mejor calidad se obtiene después de los 12 meses.

Pueden propagarse por rizomas, cultivo de tejidos y por semillas botánicas. La propagación vegetativa por división, a través de rizomas es preferida para obtener resultados uniformes, aunque es extremadamente lento y requiere deshijar las plantas madres para poder establecer un nuevo clon de plantas (Montgomery, 1986). El rizoma es una estructura de tallo especializada en la cual el eje principal de la planta crece horizontalmente, justo abajo de la superficie del suelo.

De la corona de rizomas que se forman al pie de cada planta y que se denomina macolla, se pueden separar por división para obtener varias plantas, cortando la parte aérea y colocando individualmente cada rizoma en bolsas con suelo por un período de un mes, siempre bajo sombra de hasta 50%, llevándose al sitio definitivo al tercer mes, luego de la siembra. El período de día que duran los rizomas, después de ser arrancados, varía de acuerdo a cada especie. Los rizomas de las especies más pequeñas pueden durar hasta

12 días, las medianas 15 días y las grandes hasta 25 días. Lo más recomendable es sembrar los rizomas lo más pronto posible, luego de ser arrancados. Luego de la siembra, la parte visible del rizoma se va pudriendo con los días pero la parte que se encuentra debajo de la tierra está emitiendo nuevos rebrotes que son los que van a formar la nueva planta, estos rebrotes tardan entre 20 días y un mes en ser visibles.

Para la propagación por rizomas es necesario tener una infraestructura con poli sombra para lograr una luminosidad adecuada, se utilizan bolsas o materas de 20x15 cm. y de 23x17 cm., dependiendo de la variedad a sembrar. El suelo a utilizar debe ser rico en materia orgánica, bien cernida, libre de piedras y terrones para facilitar un buen desarrollo radical. La proporción de tierra y materia orgánica descompuesta es de tres a uno (Maza y Builes, 2000).

Independientemente del método de propagación, siempre es recomendable tratar la parte vegetativa con Hipoclorito de Sodio, en una proporción de 1:9. Las especies de Heliconias se pueden también propagar por semilla, sin embargo, esta presenta dificultades ya que las semillas poseen un bajo porcentaje de germinación y larga latencia; además las plántulas resultantes son de lento crecimiento y presentan gran variabilidad en las características obtenidas de un mismo lote, por otro lado, las semillas tardan de tres meses a tres años en germinar (Montgomery, 1986).

Otro método de propagación es a través de micropropagación, proceso que permite la propagación masiva de plántulas *in vitro*, mediante varios sistemas de regeneración del material vegetativo y reproductivo (Hurtado y Merino, 1987), (Perik, 1990), (CIAT, 1991), (Marulanda *et al.*, 2004), (Sosa *et al.*, 2008, 2009).

Aunque el cultivo de tejidos es una técnica ampliamente utilizada para la propagación de especies ornamentales, este no ha sido el caso para especies de este género a juzgar por los reportes científicos disponibles (Natnan *et al.*, 1992), (Osorio, 1993), ya que a pesar del éxito de la técnica utilizada vía organogénesis directa, los costos todavía son muy altos, debido al largo tiempo de reproducción requerido, insumos y mano de obra. El escaso conocimiento

técnico y científico acerca del cultivo de estas especies, aunado al lento desarrollo de las mismas en campo, hacen que se dificulte su producción a gran escala (Atehortúa *et al.*, 2002).

La biotecnología constituye una herramienta fundamental para ayudar a satisfacer las necesidades de los productores, a través del desarrollo de métodos de propagación *in vitro* que permiten obtener explantes de interés económico y excelente calidad en las cantidades requeridas (Marulanda *et al.*, 2004). Cuando no se cuenta con un sistema de riego se deben esperar épocas de lluvia para realizar la siembra (Betancur y Kress, 1993).

2.8 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

La densidad de siembra se decide de acuerdo a la altura de la planta (Betancur y Kress, 1993). Según (FHIA, 1995), la cantidad de plantas de *Heliconias* que deben sembrarse por hectárea, varían según la especie cultivada. Las distancias de siembra más usadas son:

- En hileras sencillas: 1.5 m. entre plantas y 2 m. entre hilera, para una población de 3300 plantas por hectárea.
- En hileras dobles: 1.5 m. entre plantas, 1.5 entre las dos hileras y 2 m. entre hileras dobles, para una población de 4000 plantas por hectárea.

Se recomienda que mini *Heliconias* (tipo *H. psittacorum*) se siembren con distancias de 1 m entre plantas y 1,5 m entre surcos; *Heliconias* de tamaño mediano (tipo *H. wagneriana*) se siembren a 2 m entre plantas y 3 a 4 m entre surcos; *Heliconias* grandes (tipo *H. platystachys*) se siembren de 2 a 3 m entre plantas y de 3,5 a 4,5 m entre surcos (Betancur y Kress, 1993).

La literatura reporta que la densidad puede afectar la productividad (Tabla II).

Tabla II. Productividad y distribución de siembra de diferentes tipos de *Heliconias*.

Heliconia	Promedio del número de flores de planta/año	Distancia de siembra (m)

Grande	25	4x4
Mediana	40	3x3
Pequeña	75	2x2
Colgante	45	3,5x3,5

Fuente: Anónimo. Flores y follajes tropicales (2000).

2.9 RIEGO

Debido a que tienen hojas grandes y se deshidratan fácilmente por la radiación directa, es necesario usar riego por aspersión foliar. La cantidad de agua depende de la incidencia lumínica, de los requerimientos del cultivar y de la época del año (Maza y Builes, 2000). *H. psittacorum* requiere un centímetro de agua diario cuando está sembrada en camas de suelo bien drenado, 2,5 cm para especies creciendo en suelos más compactos y hasta 7 litros por planta en producción, en épocas de verano (Maza y Builes, 2000).

2.10 DESHIJE

Consiste en cortar los brotes débiles conocidos como “hijos de agua” y los vástagos adultos, cuya inflorescencia pasó del estado óptimo de corte. Esto permite que la planta tenga mayor aireación, el brote de vástagos más vigorosos y previene enfermedades (Maza y Builes, 2000).

2.11 CONTROL DE MALEZAS

De acuerdo a (FHIA, 1995), las malezas compiten con las plantas por nutrientes, espacio, luz y son hospederas de insectos y enfermedades. Especialmente al iniciar cualquier cultivo será necesario mantener el área de siembra sin malezas para permitir un desarrollo adecuado, luego el tamaño y la sombra de las plantas disminuirá el agresivo crecimiento de las malezas.

2.12 DESHOJE Y ELIMINACIÓN DE VASTAGOS NO APROVECHADOS

Esta labor debe realizarse semanalmente puesto que las hojas y los vástagos viejos son focos de infecciones y competencia por nutrientes y luz para los nuevos brotes que normalmente crecen en la base de las plantas (Maza y Builes, 2000).

2.13 RESIEMBRAS

Cuando las plantas adquieran un círculo despejado en su interior debido a la floración y muerte de sus primeros vástagos, se deben sembrar rizomas para aprovechar este espacio y conservar por más tiempo la distancia original del cultivo. Esto Se hace dos o tres años después de establecida la plantación (Maza y Builes, 2000).

2.14 ENFERMEDADES

De acuerdo a (FHIA, 1995) las flores en general son susceptibles al ataque de enfermedades, no solamente porque sus pétalos son frágiles, sino porque también las soluciones de azúcar secretadas por los nectarios son una excelente fuente de nutrientes para los patógenos. Un organismo común responsable del moho gris es *Botrytis cinerea*, otros como, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus* y *Pseudomonas*, son también organismos que causan serios daños, muchos de estos organismos son bacterias que están asociadas con el agua y el suelo.

Una apropiada higiene en los invernaderos, control de temperatura y minimizar la condensación sobre las flores pueden reducir las pérdidas causadas por los hongos. Algunos funguicidas como Ronilan, Rovral, y un compuesto cúprico como el Pitón-20 han sido aprobados para el uso en flores y son efectivos para el control de enfermedades.

Alarcón, (2007) menciona que entre los hongos que afectan las especies de Heliconias en el mundo, destacan: *Cylindrocladium spathiphylli* 'Heliconiae', *Pythium* sp. y *Rhizoctonia solani*, en raíces. Como parásitos foliares: *Cercospora* sp., *Helminthosporium* sp., *Phomopsis* sp., *Phyllosticta Heliconiae* y *Septoriasp.*; también, *Hansfordia ovalispora*, *Stachylidium* (*Verticillium*) *bicolor* y *Phaeoisariopsis cercosporoides* son reportados atacando follaje. En Venezuela han sido señalados los hongos *Phyllosticta musae*, *Glomerella cingulata*, *Mycosphaerella musicola*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Phomopsis* sp. y *Pestalotiopsis* sp.; todos asociados al follaje de *H. psittacorum* en cultivo.

En inflorescencias de *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* 'Golden Torch' y del cultivar conocido como 'Tropic', se han observado en las espatas y en el

pedúnculo floral una sintomatología caracterizada por manchas de color marrón, necróticas y de diferentes tamaños, las cuales al coalescer se tornan extensas (Alarcón, 2007). Madriz (1991), plantea que las especies de hongos más comunes en *Heliconia* son *Phyllosticta musae*, *Gloeosporium musarum* y *Colletotrichum musae*.

2. 15 PLAGAS

Las plagas más comunes en las flores son: Trips, pulgones, araña roja, nematodos, entre otros. Las plantas atacadas presentan listas pardas o plateadas en sus tallos, el crecimiento se retrasa y generalmente se deforman las flores. Esta plaga necesita calor y atmósfera seca. El pulgón verde y el pulgón negro son los dos áfidos más corrientes, atacan muchas plantas. Tienen un tamaño de 1.5 mm., rápidamente invaden las hojas y los brotes tiernos, que se ven seriamente afectados debido a que tales insectos succionan la savia de las plantas. En un ataque intenso causan daños considerables al cultivo provocando el secado de las plantas. Pueden además ser los principales transmisores de las enfermedades debidas a los virus. Prefiere las temperaturas cálidas y poca humedad relativa (Thrower, 1973).

Las numerosas colonias de araña roja son visibles mediante una lupa, pueden producir importantes daños. Son de color rojo y se alimentan de la savia de las plantas, encontrándose normalmente en el envés de las hojas, en los ángulos de las venas. Estas al ser atacadas toman un aspecto moteado amarillento y caen prematuramente. Rociados frecuentes con agua, es el método más barato y eficiente para combatirlos en invernaderos y otras construcciones. Los síntomas del ataque de nematodos son el follaje distorsionado, así como los tallos, un color pardo de las hojuelas de los bulbos y floración tardía. Si un bulbo afectado es cortado transversalmente se observan anillos coloreados de oscuro en el tejido (Thrower, 1973).

2.16 FLORACION

El periodo de floración comienza en dependencia de la especie, las más rápidas tardan desde el momento de la siembra hasta seis meses en producir sus primeras flores, otras tardan hasta tres años. El número de flores por planta

también varía según la especie y el año de producción, las más productivas pueden llegar hasta 300 flores y las menos hasta 15, considerándose el primer año el de menos producción, ya después se estabiliza. Una vez cortadas, las flores pequeñas (longitud máxima de 5 cm) duran hasta cinco días, otras medianas y grandes (algunas péndulas alcanzan hasta 2 m) pueden persistir hasta 45 días en florero (Agrotropical, 2008).

2.17 COSECHA

Las flores de *Heliconia* deben cosecharse cuando las primeras dos o tres brácteas apicales están abiertas. Las flores pasadas o cosechadas muy jóvenes no continuarán creciendo y la flor se abrirá luego de la cosecha. El tallo se debe cortar lo más cerca posible de la base (rizoma) incluyendo todas las hojas que estén adheridas al tallo. Las brácteas deben estar limpias, libres de insectos y enfermedades (FHIA, 1995).

La primera cosecha es durante los 7 y 10 primeros meses después de la siembra, pero la flor con mejor calidad se obtiene después de los 12 meses (Maza y Builes, 2000).

El tipo de corte depende de la especie y del destino de las flores. Las mini *Heliconias* como: *H. psittacorum*, se cortan con una bráctea abierta o totalmente cerrada, a 80 ó 90 cm de longitud. Los cultivos de tamaño medio para florero como *H. wagneriana*, se cortan con dos a tres brácteas abiertas, de 120 a 130 cm de longitud y se empacan en cajas con 15 ó 20 unidades (Betancur y Kress, 1993).

Los cultivares de tamaño medio para bouquet se cortan con sólo una bráctea abierta y con 60 a 80 cm de longitud total, éstos se empacan de 35 a 40 unidades por caja. En especies péndulas, el corte es con tres a cinco brácteas abiertas, la longitud de corte varía con el tamaño de la inflorescencia de 130 a 140 cm y se empacan en cajas con 15 ó 20 unidades (Betancur y Kress, 1993).

Siempre que una flor sea cortada se debe manipular lo menos posible, colocándola bajo sombra, preferiblemente sobre una almohadilla de espuma o un colchón de las mismas hojas de heliconias (Proexport, 2003).

2.18 POSTCOSECHA

Para la selección de la inflorescencia se eliminan las flores que no cumplan con los requerimientos de tamaño, que tengan algún daño mecánico o causado por patógenos. La longitud de la inflorescencia con pedúnculo debe ser inferior a 80 cm y el pseudotallo debe tener un diámetro máximo de cinco centímetros (Maza y Builes, 2000).

Para su exportación deben estar sanas, sin síntomas de deshidratación o deflexión y con una coloración intensa, permaneciendo así por un tiempo no inferior a 12 días (Betancur y Kress, 1993). La flor se debe lavar usando agua jabonosa y luego se sumerge en una solución bactericida y funguicida. La desinfección también se puede hacer sometiendo la flor a un ambiente saturado de vapor de agua a 46°C por un tiempo de 10 a 60 minutos de acuerdo al tamaño de la especie (Maza y Builes, 2000).

Si la flor se va a almacenar, se debe utilizar una habitación ventilada que esté a una temperatura de 14 a 16°C con un 90% de humedad relativa, la mayoría de las Heliconias no se deben almacenar por más de cinco días. Los recipientes de almacenamiento deben ser adecuados para colocar la flor en una solución de agua con cloro al 0,02%. El uso de preservativos no afecta la durabilidad de la flor, pero ayudan a evitar el crecimiento de microorganismos en el agua (Maza y Builes, 2000).

La durabilidad de la inflorescencia varía entre las especies y cultivares, pero, en promedio, alcanza 14 días; sin embargo se ha reportado un máximo de 28 días para *H. bihai* cv (Echeverri *et al.*, 1990). La flor en la planta puede tener una vida de 1 a 10 meses dependiendo de la especie, su tamaño y el número de brácteas (Maza y Builes, 2000).

2.19 CONSERVACION Y EMPAQUE DE LAS FLORES

El 60% de las flores tropicales son exportadas en empaques corrugados con dimensiones de 41x10x5 pulgadas, el 30% de los consumidores las importan en cajas de 41x20x5 y el 10% restante lo hacen en cajas corrugadas de 41x40x5, siendo esto un gran tamaño. El importador prefiere el empaque de 41x10x5 pulgadas por ser el característico para la venta (PROEXPORT, 2002).

La flor tropical colombiana se exporta en cajas de 20 Heliconias, con dimensiones de 44x20x5 pulgadas. Estas cajas, en la parte superior presentan: foto de una heliconia, el nombre del productor y el lugar de procedencia. En el lateral izquierdo tienen la indicación de la fecha para posicionar las cajas y un aviso de no refrigerar, en el interior, la caja lleva un plástico forrando las flores y papel periódico picado humedecido. Las flores no se empacan amarradas, esta va protegida en el papel, pero no totalmente envuelta. En la parte posterior, se encuentran anuncios como: caja N° 21, variedad heliconia mixta, cantidad 20 y un aviso que dice frágil (PROEXPORT, 2002).

2.20 COMERCIALIZACION

El mercado mundial de flores tropicales es todavía pequeño y aunque ya hay algunas especies más reconocidas que otras, aún es muy pronto para desechar especies que en algún momento pueden ser atractivas para los mercados. Algunos factores a tener en cuenta a la hora de elegir las especies más comerciales son:

- **Peso de la flor:** El costo del transporte es quizás el mayor limitante para el desarrollo de la floricultura tropical y su incursión en los mercados americanos y europeos. Las flores demasiado pesadas son muy costosas de transportar y normalmente no muy utilizadas en los arreglos florales debido a la complejidad en el manejo.
- **Duración después de cortada:** Una flor es comercial si dura al menos 8 días en buenas condiciones después de ser cortada.
- **Forma de la flor:** Algunas flores crecen en espiral y esto hace que su empaque sea muy complicado, este factor se puede resolver cortando la flor en épocas tempranas de maduración. Las flores erectas son también más comerciales que las de hábito de crecimiento pendular, a pesar de

la belleza de las flores pendulares el hecho de que los floristas no estén familiarizados en el manejo de ellas hace que estas no tengan tanta aceptación.

Los colores rojos y naranjas son más comerciales, seguidos por los amarillos, también hay espacio para los verdes y lilas pero en cantidades menores. Actualmente las exportaciones de flores exóticas, en particular de Heliconias, son de alrededor de 24 000 a 30 000 tallos al año, dependiendo de las variedades. El destino de estas exportaciones son: Estados Unidos, Canadá, Holanda, Alemania, Reino Unido, Francia y Suiza (PROEXPORT, 2003).

Países como Colombia, Costa Rica, Hawai, Puerto Rico, Jamaica y otros, explotan mucho su comercialización a través de Agrotropical, ubicada en Pereira, los envíos internacionales se hacen a través de DHL, empresa Courrier que efectúa las entregas incluido descuentos si las mismas se tratan de grandes volúmenes. Si el pago se realiza a través de Internet con tarjeta de créditos el costo del envío es fijo. Los envíos nacionales tienen costos que varían entre \$ 10.000 y \$ 30.000 pesos de acuerdo al volumen y el destino (Agrotropical, 2008).

Para su empaque y distribución hay que tener en cuenta su peso, tamaño, costo de los fletes y el transporte adecuado, por lo cual se deben generar acciones a corto y largo plazo para ser competitivos en el mercado. Los análisis de mercado internacional y trabajos previos realizados por Biocomercio Sostenible y Proexport Colombia, muestran un gran potencial de mercado para las flores tropicales y follajes colombianos en Europa y Estados Unidos, es un sector con alto potencial para generación de empleo a nivel local y regional (PROEXPORT, 2003), (Biocomercio, 2006).

Se estima que durante el año 2002 Colombia tuvo exportaciones cercanas a los 275 millones de dólares en flores tropicales y otras flores no tradicionales. No es posible calcular cuánto de este monto corresponde a heliconias (PROEXPORT, 2003), (Biocomercio, 2006).

El precio en el mercado internacional está entre 0.3 y 2 dólares dependiendo la variedad, así mismo el precio de venta en las floristerías de Estados Unidos, puede estar entre 4 y 8 dólares por tallo o flor.

En Europa la tendencia la marca las flores rojas y los meses de mayor demanda están desde mayo a diciembre. Las flores más comerciales son las Heliconias medianas y grandes: Pendulas, *stricta*, *wagneriana*, *bihai*, *caribea*, Ginger. El transporte debe hacerse en almohadillas de 30 x 60 cm, en grupos de máximo seis flores para evitar su maltrato. Cuando la flor llegue a la poscosecha se debe hidratar colocándola en recipientes con agua limpia y algún desinfectante (Maza y Builes, 2000).

2.21 SITUACION MUNDIAL DE LA PRODUCCION DE HELICONIAS

Países como Colombia, Ecuador y Costa Rica explotan mucho su comercialización a través de “Agrotropical”. Las exportaciones de flores exóticas en particular de Heliconias, son de alrededor de 24.000 a 30 000 tallos al año, dependiendo de las variedades. El destino de estas exportaciones son: Estados Unidos, Canadá, Holanda y Alemania, constituyendo un sector con alto potencial para generar empleo a nivel local y regional. Se estima que durante el año 2002 Colombia tuvo exportaciones cercanas a los 275 millones de dólares en flores tropicales y otras flores no tradicionales. No es posible calcular cuánto de este monto corresponde a Heliconias (PROEXPORT, 2003), (Biocomercio, 2006). Colombia ocupa el segundo lugar como exportador mundial por la calidad de sus flores, sus exportaciones son del 14% después de Holanda, país que exporta el 50%. Colombia y Ecuador son los principales países suramericanos exportadores de flores.

Las flores tropicales y específicamente las Heliconias y follajes han venido ocupando en los últimos años un renglón importante dentro del total de las importaciones de flores cortadas a Estados Unidos durante los últimos 20 años, entre ellas se encuentran *H. wagneriana*; *H. bihai*; *H. stricta*; *H. orthotricha*; *H. caribbea*; *H. psittacorum*; *H. rostrata*; *H. chartacea*; y *H. platystachys*. Otras especies comercializadas son platanillos de otras familias tales como: *Musa*

coccinia, *Alpinia purpurata*, *Zingiber spectabilis*, *Etlingera elatior*, *Tapeinochilosananassae*, *Calathea crotalifera*, *Calathea lutea*, pero las que se encontraron más familiarizadas con la mente de los actores de la cadena fueron: *H. psittacorum* y *H. caribbea* (PROEXPORT, 2002).

En los Estados Unidos, las flores tienen unas características específicas, pues son un bien imprescindible, con una demanda elástica, y con una alta estacionalidad según las principales fiestas. Las Heliconias tienen alto costo, una flor equivale a comprar media docena de rosas o un ramillete de claveles (Florvertical, 2008).

El mercado de Heliconias es sumamente competitivo y está relacionado con la calidad del producto, disponibilidad y precio del mismo, los precios de los productos importados por Estados Unidos desde Costa Rica, son al menos un 25 a 50% más económicos que los productos de Colombia y entre un 40-60% inferior a los de Ecuador (PROEXPORT, 2002).

Internamente hay que fomentar el cultivo de ciertas variedades de Heliconias dependiendo del nicho o mercado a donde se quiera llegar.

2.22 OTROS USOS

La mayoría de las especies son ornamentales. En Colombia son un símbolo, representan la biodiversidad y *H. rostrata* Ruiz & Pavon, es la flor nacional de Bolivia. En Venezuela son muy utilizadas como flores de corte y para el ornato de parques y jardines (Madriz, 1991).

Son importantes como protectoras, ya que protegen las fuentes de agua y son imprescindibles en la reforestación (Vargas, 2002). De vital importancia ecológica, ya que debido a su crecimiento rizomatoso son aptas para contrarrestar los movimientos de tierra en las laderas erosionadas de barrancos y pendientes. Heliconia actúa recíprocamente con un extraordinario número de organismos. Son polinizadas por los colibrís y los murciélagos (Berry y Kress, 1991). Los frutos son dispersados por muchas especies de pájaros (Berry y Kress, 1991). Los virus, bacterias y hongos infectan sus raíces, retoños y hojas

(Assis *et al.*, 2002). Gran cantidad de insectos, incluyendo escarabajos, orugas, hormigas, se alimentan o viven dentro de sus brácteas (Seifert, 1982). Tales interacciones biológicas demuestran el valor ecológico de *Heliconia* y su valor en las comunidades tropicales. El rizoma o tuber de algunas es comestible, asado o cocinado; tal es el caso de la *Heliconia hirsuta*, conocida como isira o bijao, por otra parte las hojas son utilizadas en algunas regiones para envolver alimentos.

2.23 HELICONIAS EN CUBA

Heliconia caribaea Lam., conocida como “Plátano cimarrón” es la especie endémica cubana. Tiene porte erecto, en abanico, su follaje es persistente, verde claro, brillante, más claro por el envés. Largos pecíolos envainantes, grandes hojas alternas, lanceoladas, con nerviación marcada y nervio central prominente por el envés, de limbo oblongo de un metro o más.

La floración es en invierno, nectarífera. Inflorescencia terminal en espiga densa comprimida, de 40 a 60 cm. Formada por brácteas naviculares, acuminadas e imbricadas de (5-15) cerosas, gruesas y alternas, con pequeñas flores tubulares poco visibles formadas por 3 sépalos y 3 pétalos. Estas brácteas presentan un color rojo-anaranjado. En cultivares e híbridos las brácteas pueden ser de color rojo-anaranjado, verde amarillento, amarillo, o naranja. Las flores masculinas están en el extremo de las espigas. Sus flores son de un color verdoso-amarillentas, fruto en drupas azules en la madurez y se encuentra en los Montes húmedos de la Sierra Maestra (Loma del Gato, Oriente; España y otras Antillas (Hnos. León, 1945); (Álvarez, 1984).

Existe poco, en ocasiones es nulo, el material en los herbarios de los Jardines Botánicos, aunque en ocasiones sí están presentes algunas especies en las áreas. Existen otras especies del género, que se encuentran de forma aislada en jardines botánicos, patios y jardines y pocas colonias en zonas urbanas y periurbanas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Biofábrica de Cienfuegos, perteneciente a la Empresa de Semillas Varias de dicha provincia, en el periodo comprendido entre mayo del 2010 y febrero del 2012. Los experimentos desarrollados se efectuaron durante la Fase 0 y I de la micropropagación:

3.1 Caracterización de la especie

Para la caracterización de la especie se colectaron plantas, se herborizaron sus partes y se confrontó con la información existente en el Instituto de Ecología y Sistemática (IES) de la Academia de Ciencias de Cuba (Anexo. 1) (A.1), el Jardín Botánico Nacional (JBN), el Jardín Botánico de Cienfuegos (JBC) y literatura internacional especializada para ello (Berry y Kress, 1991), (Kress *et al.*, 2001).

3.2 Fase 0: Preparativa

Como material vegetal de partida se utilizaron rizomas (A. 2, a, b) de plantas donantes de la especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón, según Berry y Kress (1991), los cuales fueron colectados en el patio de Referencia Nacional "Macrademia" (A. 3) y el Jardín Botánico de Cienfuegos (JBC). Los rizomas fueron sembrados en macetas, usando como sustrato una mezcla de suelo (50%), estiércol vacuno con dos años de descomposición (30%) y zeolita (10%), el mismo fue desinfectado con vapor durante 30 minutos, todo el ciclo del experimento se desarrolló en condiciones semicontroladas (invernadero), para evitar el efecto negativo de microorganismos contaminantes, se realizaron dos aspersiones con Silvaur Combi CE 30 (fungicida eficaz con efecto sistémico. Se absorbe por los ectodermos y luego se transporta vía xilema a todo el vegetal. Es de efecto preventivo, curativo y erradicante) a dosis de 30 cc. en 16 l antes de pasar a la Fase I, al 50 por ciento de las plantas, dejando las restantes sin aplicación para su introducción, y comparar los resultados en la siguiente Fase. El riego se efectuó cada tercer día de forma localizada.

3.3 Fase I: Establecimiento

El instrumental utilizado en el laboratorio para la manipulación del material vegetativo fue esterilizado en estufa a 180°C, durante dos horas antes de cada sesión de trabajo, manteniendo la asepsia. Las pinzas y bisturí, colocados en soluciones de hipoclorito de sodio (NaOCL) al 1%, según la metodología propuesta por Agramante *et al.* (1993). Todas las operaciones de disección y transferencia fueron realizadas en cabinas de flujo laminar horizontal (A. 4).

Medio de cultivo

El medio utilizado como base en los experimentos fue líquido, compuesto por el 70 % de las sales inorgánicas propuestas por Murashige y Skoog (1962) (MS). El pH de medio fue ajustado entre 5.6-5.8 y esterilizado en autoclave por 20 min. (A. 5).

Se utilizaron frascos biotecnológicos, dosificados a 25 ml, el medio líquido fue suplementando con 30g.l⁻¹ de sacarosa, 2.0 ml.l⁻¹ de tiamina, 4.0 ml.l⁻¹ de 6 bencilaminopurina (6 BAP) y 0.3 ml.l⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB). Los experimentos fueron incubados en cámaras con luz solar, a una temperatura de 28 ±2°C y 11 horas luz por días (A. 6).

3.3.1 Porcentaje de contaminación en el establecimiento de explantes tratados y no tratados previo a Fase I con fungicida

Para determinar el efecto de las aplicaciones con fungicida a las plantas en la Fase 0 sobre los resultados en la Fase I, se realizó una evaluación a 20 explantes de los cuales diez no se habían tratado y diez sí (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto sobre la concentración en los explantes no tratados y tratados con fungicida sobre *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.

Tratamientos	Explantes contaminados	Supervivencia
1 (Explantes tratados)	1-10	1-10
2 (Explantes no tratados)	11-20	11-20

Para la comparación de los dos tratamientos se utilizó la prueba de hipótesis no paramétrica de Mann Whitney para $P < 0.001$, en el paquete estadístico SPSS v. 15.1 (SPSS, 2006).

3.3.2 El hipoclorito de sodio (NaOCl) en la desinfección del material

Para determinar la mejor concentración del hipoclorito de sodio y el tiempo de exposición del material, así como su efecto para la desinfección superficial (A. 7 a,b) se probaron dos concentraciones de hipoclorito de sodio (2% y 5%) durante dos intervalos de tiempo de exposición del material: 5 y 10 min., conformándose treinta y dos tratamientos (Tabla 2).

El medio de cultivo MS, contenía 30g.l^{-1} de sacarosa, 2.0 ml.l^{-1} de tiamina, 4.0 ml.l^{-1} de 6 bencilaminopurina (6 BAP) y 0.3 ml.l^{-1} de ácido indolbutírico (AIB).

Tabla 2. Efecto de la concentración y el tiempo de exposición al Hipoclorito de Sodio sobre la contaminación, necrosis y brotación de los explantes de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.

Tratamientos (32) (cuatro grupos)	Concentración (NaOCl) (%)	Tiempo de exposición (min)
1	2	5
2	2	10
3	5	5
4	5	10

Se evaluó semanalmente hasta 30 días el porcentaje de explantes contaminados y la brotación expresada en porcentaje de explantes verdes, blancos y pardos (Isaza, 2004).

Para el procedimiento estadístico de los datos se utilizó la prueba para dos proporciones en el programa estadístico Statistix (1996), para una confiabilidad de 0.001.

4. Resultados y Discusión

4.1 Caracterización de la especie

Se presenta una breve descripción acerca de las características morfológicas y ecológicas de la especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón (Tabla 3), la cual solo aparece en el Herbaria de Juan Tomás Roig, en el IES, reportada en dos jardines de la provincia Habana en noviembre y agosto de 1964 respectivamente, coincidiendo con lo descrito por Berry y Kress (1991), excepto en el número de brácteas, donde los mencionados autores, describen que estas van desde 4-35 por inflorescencia, no ocurriendo así para las encontradas en nuestros ecosistemas, aunque están dentro del rango. La especie no ha sido reportada en la provincia con anterioridad (Hnos. León, 1945; Álvarez, 1984).

Esta especie tiene potencial para ser cultivada no solo con interés comercial, sino en plantaciones amigables con la biodiversidad. Su uso se sugiere en el incremento de bosques secundarios y fragmentados como una alternativa de combinar manejo forestal con conservación biológica (Santos *et al.*, 2009).

Tabla 3. Morfología y ecología de la especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.

Especie	Altura (m)	Habito de crecimiento	Orientación de la inflorescencia	Arreglo de la bráctea	Nº. de brácteas	Color de la bráctea	Hábitat	Floración
<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pavón	2-6	Musoide	Péndula o pendular	Dística	9-24 (4-35)	La mayor parte es roja, con el borde inferior amarillo y verde	CH, CPS, CSS	Todo el año

CH= Cultivada en lugares húmedos, CPS= Cultivada a pleno sol, CSS= Cultivada semisombra

4.2 Fase 0: Preparativa

Se desarrolló como se describe en capítulo anterior que corresponde, evaluándose veinte plantas, diez con aplicación fúngica y diez sin aplicación, para evaluar este resultado en la Fase I o de Establecimiento.

4.3 Fase I: Establecimiento

4.3.1 Porcentaje de contaminación en el establecimiento de explantes tratados y no tratados previo a Fase I con fungicida

Cuando los explantes son tratados previamente a su establecimiento, aunque procedan de un área con buenas atenciones culturales, los resultados que se obtienen en esta fase son mejores, como se observa en la Tabla 4, tanto para el porcentaje de contaminación, como de supervivencia, donde el 90 % de los explantes que no fueron tratados se contaminaron una vez establecidos, con solo un 10% de supervivencia, todo lo contrario de los que sí fueron tratados con fungicida, coincidiendo con lo planteado por (Orellana, 1994) en plátanos y bananos, (Jiménez *et al.*, 1998) al tratar con agua caliente yemas de caña de azúcar y (Pérez *et al.*, 1998).

Tabla 4. Efecto sobre la concentración en los explantes no tratados y tratados con fungicida sobre *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón. (%).

Tratamientos	Presencia de contaminación	Supervivencia
1 (Explantes tratados)	20 (7.0)	80 (14)
2 (Explantes no tratados)	90 (14.0)	10 (7)
P	**	***

Valores en columnas difieren para * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$ (Mann Whitney)

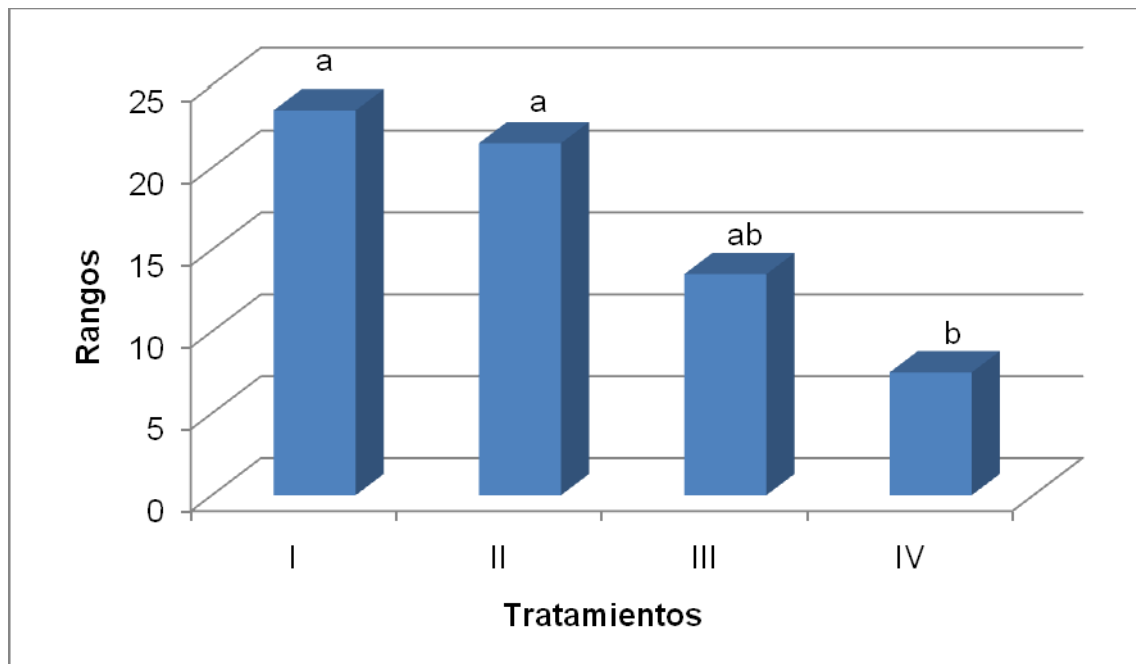
() Rangos

4.3.2 El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) en la desinfección del material

Al evaluar la concentración de NaOCl y el tiempo de exposición de los explantes sobre la contaminación (Grafico 1) se aprecia que a medida que se incrementó la concentración y el tiempo de exposición de los explantes, fue disminuyendo la contaminación, observándose los mejores resultados en los tratamientos III y IV, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos,

similares a los resultados obtenidos por (Marulanda *et al.*, 2004) al emplear diversos métodos de desinfección en el establecimiento *in vitro* de otras especies del género, (Sosa *et al.*, 2008, 2009)

Grafico 1. Efecto de la concentración y el tiempo de exposición al Hipoclorito de Sodio sobre la contaminación de los explantes de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.



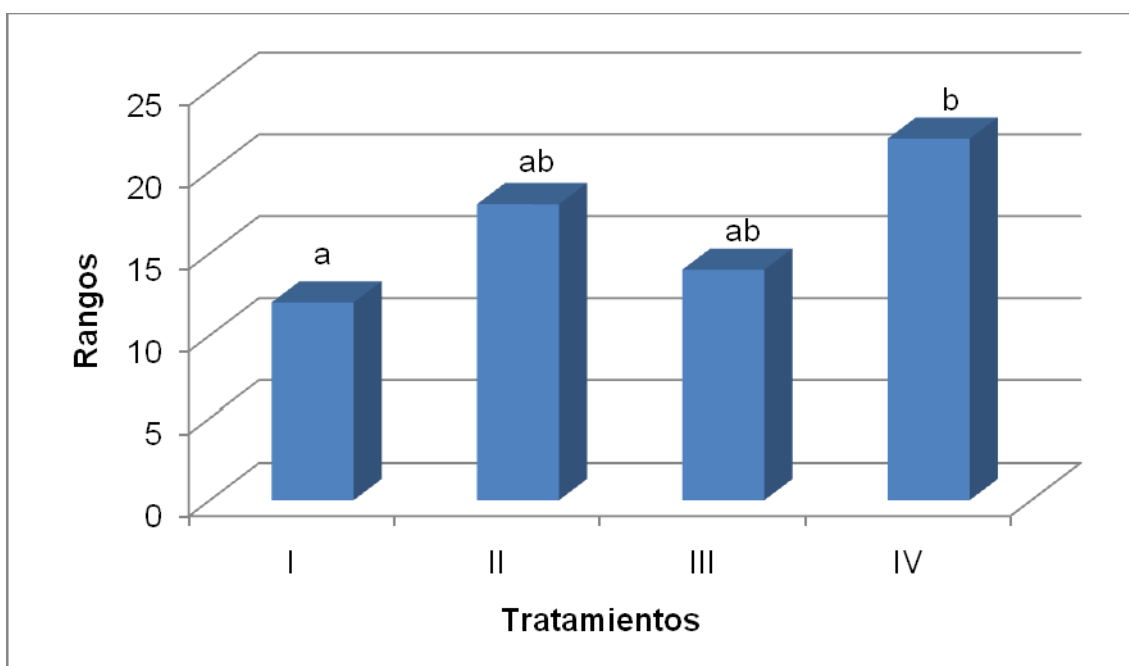
Columnas con diferentes superíndices difieren para $P < 0.05$ (Kruskal Wallis)

Leyenda: I- Concentración 2% con 5 minutos de exposición; II- Concentración 2% con 10 minutos de exposición; III- Concentración 5% con 5 minutos de exposición; IV- Concentración 5% con 10 minutos de exposición.

En el tratamiento I y II se contaminó el 100% y el 90% respectivamente de los explantes, en el III el 30 % y en el IV no hubo contaminación.

En el caso del porcentaje de explantes necrosados, con las mismas combinaciones del caso anterior (Grafico 2), a medida que hubo menos tiempo de exposición y menor porcentaje de hipoclorito de sodio, menor fue el número de explantes necrosados, observándose diferencia significativa entre los tratamientos I y IV, efectos similares fueron obtenidos en otras especies del género por (Marulanda *et al.*, 2004), (Sosa *et al.*, 2008, 2009).

Grafico 2. Efecto de la concentración y el tiempo de exposición al Hipoclorito de Sodio sobre la necrosis de los explantes de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.



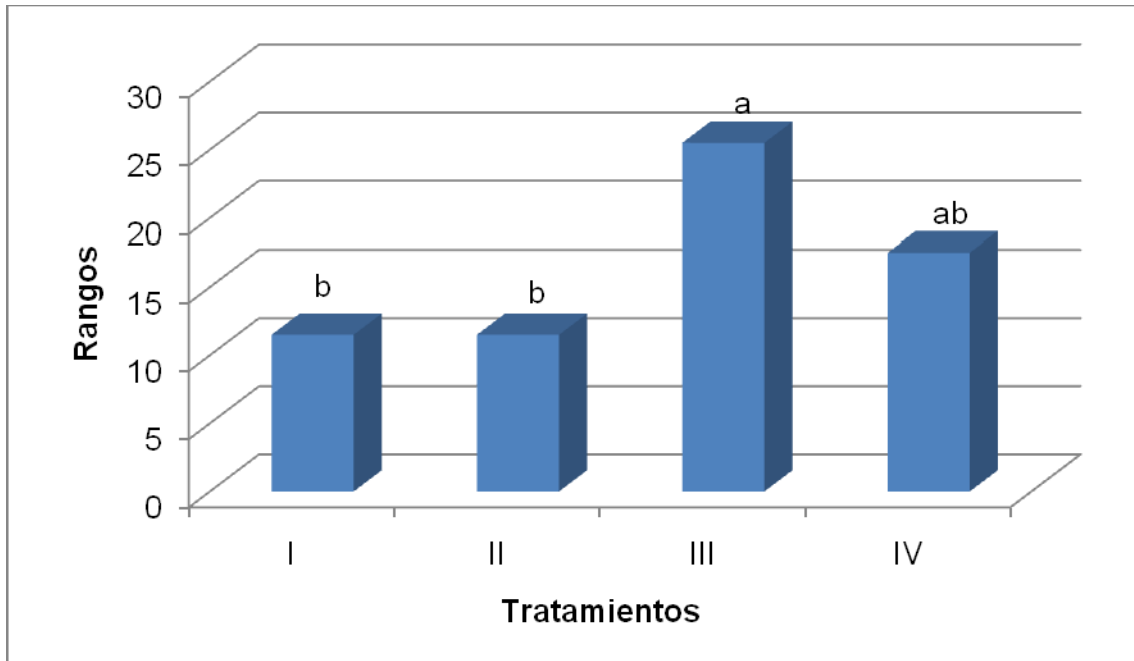
Columnas con diferentes superíndices difieren para $P < 0.05$ (Kruskal Wallis)

Leyenda: I- Concentración 2% con 5 minutos de exposición; II- Concentración 2% con 10 minutos de exposición; III- Concentración 5% con 5 minutos de exposición; IV- Concentración 5% con 10 minutos de exposición.

En el tratamiento II el 37.5% se necrosó, en el III solo el 12.5% y en el IV el 62%.

En el caso del porcentaje de brotación de los explantes (Grafico 3) bajo las mismas combinaciones anteriores, en los dos primeros tratamientos no hubo brotación, mejorando los resultados en las combinaciones III y IV, sin diferencias estadísticas significativas, logrando los mayores valores la combinación III, con un 87.5 % de brotación de explantes y la combinación IV, con un 37.5%, donde estadísticamente no hubo diferencia significativa, estudios similares fueron efectuados por (Marulanda *et al.*, 2004, Sosa *et al.*, 2008, 2009) en otras especies del género.

Grafico 3. Efecto de la concentración y el tiempo de exposición al Hipoclorito de Sodio sobre la brotación de los explantes de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.



Columnas con diferentes superíndices difieren para $P < 0.05$ (Kruskal Wallis)

Leyenda: I- Concentración 2% con 5 minutos de exposición; II- Concentración 2% con 10 minutos de exposición; III- Concentración 5% con 5 minutos de exposición; IV- Concentración 5% con 10 minutos de exposición.

5. Conclusiones

- 1- La especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón cuenta entre 9 y 24 brácteas por inflorescencia.
- 2- Con la aplicación previa de Silvacur Combi CE 30 (fungicida) a la Fase I hay una supervivencia del 80 % de los explantes.
- 3- Para la desinfección inicial del material en la fase de establecimiento se recomienda una dosis de 5% de NaOCl y 5 minutos de exposición.

6. Recomendaciones

1- Probar otras combinaciones en la desinfección inicial del material de partida.

2-Continuar la investigación hasta completar la metodología de micropropagación para la especie *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón.

Bibliografía

- Abalo, J., & Morales, L. (1982). Veinticinco Heliconias nuevas de Colombia. *Phytología*, 51(1), 1-61.
- Agramonte, D., Pérez, M., & Pérez, A. (n.d.). Empleo del hipoclorito de sodio NaOCl en sustitución del flameo en el cultivo de tejidos. *Centro Agrícola*, 88-89.
- Agrotropical. Heliconias y otras flores tropicales. (2009). Retrieved from <http://www.heliconias.net/heliconiasinformaciongeneral.html>.
- Alarcón, R. J. (2007). Enfermedades en la producción de Heliconias en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, 15(1), 45 - 61.
- Álvarez Pinto, M., Nueva Rielo, L., & Figueroa Cañizares, A. (1984). *Propagación de Plantas Ornamentales*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Análisis de desarrollo empresarial para la producción de Heliconias y follajes tropicales en las veredas Canaan y La Palmera ubicadas en el municipio de Salento. (2003). Instituto Alexander von Humboldt.
- Assis, A. (n.d.). Doenças e pragas das helicônias, diseases and pests of heliconias. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Aterhortúa, L. (1998). *Aves del paraíso, strelitzia, gingers Alpinia y Heliconias*. Ediciones Hortitecnia.
- Aterhortúa, L. (23). Bioconversión de embriones somáticos de *Heliconia stricta* Huber utilizando los sistemas de inmersión temporal, 24(76).
- Aterhortúa, L., & Valencia, C. (2002). Bioconversión de embriones somáticos de *Heliconia stricta* Huber utilizando los sistemas de inmersión temporal. "RITA". *Actualidades Biológicas*, 24(76), 23-29.
- Berry, F., & Kress, W. J. (1991). *Heliconia: an identification guide*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Betancur, J., & Kress, W. J. (1994). Distribución de las Heliconias Colombianas (p. 25). Presented at the Resúmenes del Simposio Nacional "Diversidad Biológica, Conservación y Manejo de los Ecosistemas de Montaña en Colombia", Bogotá.

- Betancur, J., & Kress, W. J. (1993). Distribución natural de las Heliconias de Colombia (pp. 33-50). Presented at the Memorias del Primer Seminario Nacional de Heliconias y Plantas Afines, Manizales.
- Bittencourt, L., & Oliveira, S. (1995). Estudo de doses de NPK nas variáveis de crescimento e produtividade de inflorescências de Heliconiasp. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 9(2), 121-127.
- Broschat, T. (1995). Nutrition of Heliconias and related plants. HSI bulletin, fertilization rate affects production and postharvest quality of tapeinochilus ananassa flowers. *HortScience*, 30(5), 1013-1014.
- Cavelier, J., & Uribe, A. (1994). Resúmenes del Simposio Nacional "Diversidad Biológica, Conservación y Manejo de los Ecosistemas de Montaña en Colombia". Presented at the Simposio Nacional "Diversidad Biológica, Conservación y Manejo de los Ecosistemas de Montaña en Colombia", Santafé de Bogotá: Universidad de Los Andes.
- CIAT. (1991). *Cultivo de tejidos vegetales: fundamentos y aplicaciones*. Cali.
- Dias, M. (2002). Determinação de fontes de explantes em Heliconia (Heliconia bihai, Angiospermae, Heliconiaceae), isolamento, identificação e controle de microrganismos envolvidos nas dificuldades de cultivo in vitro. Natal: UFRN.
- Díaz, J. A. (2006). *Biocomercio Sostenible. Diagnóstico de la cadena productiva de Heliconias y follajes en los departamentos del eje cafetero y Valle del Cauca*. Colombia: United Nations.
- Edgar. (2001). Jardinería y Paisajismo. Retrieved from <http://www.grancanariaweb.com/edgar/botanica/heliconia/index.htm>.
- Establecimiento in vitro de Heliconias con fines de producción masiva. Grupo de Biodiversidad y Biotecnología. (2004). Presented at the Facultad de Ciencias Ambientales U.T.P., Colombia: Ciencia y Técnica.
- Federación ecuatoriana de exportadores. (2003, de enero de 28). Ecuador. Retrieved from http://www.ecuador.fedexpor.com/prod_flores_tropicales.htm.

- Florvertical Comercio. (2008, September 28). . Retrieved from www.florvertical.com.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (1995). *Introducción a ornamentales tropicales*. Honduras: FHIA.
- Grupo de Prospección de Demandas Tecnológicas de Plantas Ornamentales y Flores de Corte. (2000). Nivel de satisfacción en flores y plantas ornamentales.
- Henao, E., & Ospina, A. (2008). Insectos benéficos asociados a cultivos de Heliconias en el eje cafetalero colombiano. *Museo de Historia Natural*, 12, 157-166.
- Hernández, L. (2004). El cultivo del Anthurium. *Cultivos Tropicales*, 25(4), 41-51.
- Hurtado, D., & Merino, M. (1987). *Cultivo de tejidos vegetales*. De Trillas.
- Isaza, L. (2004). Establecimiento “in vitro” con fines de producción masiva, 10(26), 193-198.
- Jerez, E. (2007). El cultivo de las Heliconias. *Cultivos Tropicales*, 28(1), 29-35.
- Jiménez, E. Generalidades del cultivo “in vitro”. In *Propagación y mejora de plantas por Biotecnología de las Plantas*. Santa Clara: Universidad Central de las Villas.
- Jiménez, E. (n.d.). Generalidades del cultivo “in vitro”. In *Propagación y mejora de plantas por Biotecnología de las Plantas* (pp. 13-22). Santa Clara: Universidad Central de las Villas.
- Krees, W., Betancur, J., & Echeverri, B. (1999). *Heliconias llamadas de la selva Colombiana*. Bogotá: Ed. Cristina Uribe.
- Kress, W. J., Prince, L. M., Hahn, W. J., & Zimmer, E. A. (2001). Unraveling the evolutionary radiation of the families of the Zingiberales using morphological and molecular evidence. *Syst. Biol.*, (50), 926-944.
- León, H. (1945). *Flora de Cuba*. La Habana: Instituto Cubano del Libro.
- Madriz, R., GuntaSmits, B., & Noguera, R. (1991). Principales hongos patógenos que afectan algunas especies ornamentales del género. *Heliconia. Agronomía Tropical*, (41), 5-6.
- Marulanda, M. L., & Isaza, L. (2004). *Establecimiento in vitro de Heliconias con fines de propagación masiva*. Grupo de Biodiversidad y Biotecnología.

- Maza, V., & Builes, J. (2000). *Heliconias de Antioquia guía de identificación y cultivo*. Medellín: Ed. Gráficas Ltda.
- Montgomery, R. (1986). Propagation of *Heliconia* from seed. *HIS*, 1(2), 6-7.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1992). A revised médium for rapad growth and biossays with tabaco tissue cultura. *Plant Physiology*, (15), 473-479.
- Natnan, M. J., Goh, C. J., & Kumar, P. P. (1992). In vitro propagation of *Heliconiapsittacorum* by bub culture. *HostScience*, 27(5).
- Orellana, P. (1994). *Micropropagación "in vitro" de Plátanos y Bananos*. Tesis de doctorado, Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central de las Villas.
- Osorio, J. (1993). Propagación clonal de heliconias a través de meristemos (pp. 1-3). Presented at the Memorias del Congreso de Heliconias y Afines. Manizales.
- Otzoy Rosales, M. R., España Miranda, E., Sosof Vásquez, J. R., & Moreno Camey. (2003). Búsqueda, recolección, preservación y establecimiento de un sistema productivo de cultivares de flores tropicales, de la familia Heliconiaceae, en el sur occidente de Guatemala. Presented at the Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Pérez, P. J., Jiménez, E., & Agramonte, D. (1998). Propagación masiva en Biofábrica. In *Propagación y mejora de plantas por biotecnología*. Santa Clara: Instituto de Biotecnología de las Plantas.
- Perik, R. (1990). *Cultivo in vitro de las plantas superiores*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- PROEXPORT. (2003). Estudio de Mercado, Heliconias y follajes en el Estado de Florida. Presented at the Convenio específico No. 197.1/2003 Proexport Colombia – Instituto von Humboldt, Bogotá.
- PROEXPORT. (2002). Exportaciones de Colombia.
- Santos, A., Lombera, B. R., & Benitez-Malvido, J. (2009). New records of *Heliconia* (Heliconiaceae) for the region of Chajul, Southern Mexico, and their

- potential use in biodiversity-friendly cropping systems. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 857-860.
- Seifert, R. P. (1982). Neotropical Heliconia insect communities, (57), 1-28.
- Seifert, R. P. (, January 28). Neotropical Heliconia insect communities. *The Quarterly Review of Biology*, 57.
- Soroa, R. M. (2000). *Producción alternativa de Gerbera jamesonii para una floricultura orgánica*. Tesis de Maestría, UNAH.
- Sosa Flora, M., Ortiz, R. S., Hernández, R. P., & Armas, P. (2009). Propagación in vitro de Heliconia standley Macbride en Cuba. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 15(2), 17-23.
- Sosa Flora, M., Ortiz, R. S., & Hernández, R. P. (2008, March). Armas. Propagación in vitro de Heliconia standley Macbride. *Revista Biotecnología Vegetal*, 8(1), 43 - 50.
- Sosa, F., Ortiz, R. S., Hernández, R. P., & Armas, P. M. (2008, March). Propagación in vitro de Heliconia standley Macbride. *Revista Biotecnología Vegetal 2008*, 8(1), 43 - 50.
- Thrower, P. (1973). *El jardín de cada día*. Barcelona: Editorial Ramón Sopena, S. A.
- Turriago, K., J., V., & Florez, R. (2008). Heliconias. Flores exóticas de Colombia. Retrieved from http://encolombia.com/economia/floriculturandina_heliconias.htm.
- Vargas, W. (2002a). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Manizales: Universidad de Caldas, Centro editorial.
- Vargas, W. (2002b). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Manizales: Universidad de Caldas, Centro editorial.
- Velayos, M. (2001). *Heliconias, colibríes y murciélagos*. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- Viegas Rodrigues, P. H., Pereira Lima, A. M., & Gláucia, M. B. (2005, June). Acclimatization of micropropagated Heliconia bihai (Heliconiaceae) Plants, 62(3), 299-301.

ViegasRodrigues, P. H., & Pereira Lima, A. M. (2005, June). Acclimatization of micropropagated *Heliconia* sp. *Plants.4Sci. Agric*, 62(2), 299-301.

ANEXOS



A. 1. a) Herbario IES. Aca^odemia de Ciencias. b) Elaboración de Herbario



A.

2. a) Rizomas de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón

b) Rizomas de *Heliconia rostrata* Ruiz & Pavón



A. 3. Jardín Macrademia(J.B.C)



A.4. Cabina de Flujo Laminar Horizontal



A.5 Autoclave



A. 6. Explante en cámara, Fase I. Establecimiento



A. 6. Desinfección del material

