

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
REALIZADO EN EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS-ICTA,
BÁRCENA, VILLA NUEVA**

DORA MARÍA CORZANTES DE SALAVERRÍA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

DL
01
T(2189)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
**Realizado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas-ICTA-,
Bárcena, Villa Nueva**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR:
DORA MARÍA CORZANTES DE SALAVERRÍA**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

**INGENIERA AGRÓNOMA
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Prof. Elmer Antonio Álvarez Castillo
VOCAL QUINTO	Pto. Miriam Eugenia Espinoza Padilla
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

Guatemala, 21 septiembre de 2005

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el documento titulado:

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Realizado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas-ICTA-, Kilómetro 21.5,
Bárcena, Villa Nueva**

Como requisito previo a optar al Título de ingeniera Agrónoma en sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dora María Corzantes de Salaverria

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: POR SER LA LUZ QUE GUÍA MI VIDA.

MIS PADRES:

JOSÉ FIDEL CORZANTES CHAVARRÍA
MARCELINA CRUZ DE CORZANTES

Como un pequeño homenaje a su hermoso recuerdo.

MIS HIJOS:

JACKELINE, JORGE ANTONIO Y MARÍA
Quienes son mi inspiración.

MI ESPOSO:

ANTONIO SALAVERRÍA REYES
Especialmente.

MIS HERMANAS Y

HERMANOS:

Por el cariño y apoyo siempre brindado.

MIS SOBRINAS Y

SOBRINOS:

Con cariño.

MIS COMPAÑEROS:

Marlon Dávila, Mynor Rosales, Amadeo González, Axel Herrera,
Fernando Cifuentes, Larissa Cabrera, Baldomero Sandoval,
Honder Martínez, Luis Mérida, Raúl Gabriel Vargas, Lilian
Santiago, Ingrid Herrera, Elisa de Paz y Eugenia Espinoza.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mis Amigos: Profesor José Ernesto Carrillo e Ing. Agr. Marco

Antonio Nájera: sea esto una muestra de que el pensamiento
prevalece y permanece a pesar de la efímera existencia del ser
humano

AGRADECIMIENTOS

A: Ing. Agr. Domingo Amador, Ing. Agr. Hermógenes Castillo, Ing. Agr. Luis Molina, Ing. Agr. Héctor Sagastume por su asesoría en la ejecución del presente trabajo.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-.

A todos los sectores que conforman la Facultad de Agronomía, por su valiosa amistad.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
RESUMEN.....	iii
I DIAGNÓSTICO	
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.5 RESULTADOS	8
1.6 CONCLUSIONES	9
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	10
II INVESTIGACIÓN	
2.1 PRESENTACIÓN	12
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.2.1 Información De Los Materiales Genéticos Evaluados	13
2.2.2 Información Sobre La Evaluación Realizada.....	14
2.2.3 Información Sobre El Análisis Estadístico Empleado	15
2.3 OBJETIVOS.....	16
2.4 METODOLOGÍA.....	17
2.4.1 Preparación Del Medio De Cultivo	17
2.4.2 Transferencia De Los Explantes A Los Medios De Cultivo	17
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
2.5.1 Número De Brotes Por Unidad Experimental.....	18
2.6 CONCLUSIONES	22
2.7 RECOMENDACIONES	22
2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
III SERVICIOS	
3.1 PRESENTACIÓN	25
3.2 SERVICIO 1: "INSTALACIÓN DE UN JARDÍN CLONAL DE PITAYA (<i>Hylocereus sp.</i>)"	26

3.3 OBJETIVOS.....	26
3.4 METODOLOGÍA.....	27
3.4.1 Preparación Del Terreno	27
3.4.2 Transplante	27
3.4.3 Deshierbas	28
3.4.4 Tutores	28
3.4.5 Podas	28
3.4.6 Aplicación De Fertilizantes Y Abonos.....	29
3.4.7 Riego.....	29
3.4.8 Plagas Y Enfermedades.....	29
3.4.8.1 Plagas	29
3.4.8.2 Enfermedades	30
3.5 RESULTADOS	31
3.6 CUMPLIMIENTO DE METAS	32
3.6.1 Definición Del Problema.....	32
3.7 SERVICIO 2. "MANEJO DE DOS PARCELAS DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)"	32
3.8 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
3.9 METODOLOGÍA.....	31
3.9.1 Preparación Del Suelo	33
3.9.2 Manejo Del Cultivo	34
3.9.3 Control De Malezas.....	35
3.9.4 Cosecha	36
3.10 RESULTADOS.....	32
3.9 BIBLIOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.....	18
CUADRO 2.....	19
CUADRO 3.....	20
CUADRO 4.....	21
CUADRO 5.....	21
CUADRO 6.....	22

de búsqueda de opciones productivas para distintas regiones del país; la pitaya es un cultivo promisorio, dadas las múltiples aplicaciones que pueden obtenerse de este.

En el presente documento, se describe el plan de servicios ejecutado en el período de marzo a noviembre de 2004, en esta institución. Los servicios responden a la necesidad actual a nivel nacional de producción masiva de plantas recién domesticadas como la pitaya, que actualmente tiene auge económico en el mercado europeo, pero presenta grandes limitantes en su actual forma de propagación; el manejo inadecuado de los suelos ha provocado principalmente en las zonas áridas, que se incrementa la salinidad, razón por la que los granos básicos como el frijol han mermado su productividad haciéndose necesario investigar sobre líneas promisorias tolerantes a zonas áridas, que posteriormente puedan ser liberadas a nivel comercial.

Por lo que los servicios prestados a ICTA fueron:

1. Instalación y mantenimiento de un jardín con 6 clones de pitaya.
2. Mantenimiento de 2 parcelas de frijol.

RESUMEN

El Programa Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía – EPISA-, viene a ser la última fase de formación profesional, en la que el estudiante realiza una integración de los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniero Agrónomo, y la práctica con el objetivo de promover la utilización de la tecnología a nivel del agricultor y el desarrollo rural.

Como consecuencia de esta nueva metodología implementada en el Ejercicio Profesional Supervisado, se ha elaborado el presente trabajo, en el que se integran las tres actividades realizadas, siendo: el diagnóstico, la investigación de campo, así como el informe de servicios, llevados a cabo en el lapso de los meses de febrero a noviembre de 2004, en el laboratorio de Biotecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas – ICTA-, Bárcena, Villa Nueva.

El ICTA, es la Institución de Derecho Público responsable de generar y promover el uso de ciencia y tecnología agrícolas en el sector respectivo (Artículo 3 del Decreto Legislativo 68-72 Ley Orgánica de ICTA). En consecuencia, le corresponde conducir las investigaciones tendientes a la solución de los problemas de explotación racional agrícola que incidan en el bienestar social, producir materiales y métodos para incrementar la productividad agrícola.

El diagnóstico se realizó en base a la situación actual y potencial del laboratorio de Biotecnología del ICTA.

La investigación se realizó con el objetivo de conocer la respuesta de la pitaya (*Hylocereus spp.*), a la propagación *in vitro*, tomando en cuenta la creciente demanda de frutas exóticas en el mercado globalizado que convierte a la pitaya en un cultivo de importancia económica. El laboratorio del ICTA, realiza importantes trabajos en el estudio e impulso de cultivos alternativos, siendo uno de ellos la pitaya, en el marco de proyectos

CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO

**Realizado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas-ICTA-,
Bárcena, Villa Nueva**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

1.1 PRESENTACIÓN

El laboratorio de Bárcena, se construyó en 1992 mediante un préstamo del BID (Banco Interamericano de Desarrollo), y fue equipado con donaciones del gobierno del Japón y OIEA (Organismo Internacional de Energía atómica). Fue diseñado para hacer investigación, capacitación y producción masiva de plantas por medio de cultivo de tejidos. En el año 2001, se implementó un área para desarrollar trabajos en Biología Molecular.

El primer objetivo que se planteó para el proyecto de biotecnología en 1992 consistió en formar un equipo de trabajo altamente capacitado en las ciencias biotecnológicas. Actualmente, se cuenta con dos profesionales capacitados en ésta área, tanto a nivel nacional como internacional.

La misión del laboratorio es contribuir al desarrollo agrícola y de los recursos naturales a nivel nacional, utilizando la biotecnología moderna.

El presente diagnóstico tiene como objetivo estudiar la situación actual y potencial de este laboratorio, realizándose en marzo de 2004.

1.2 MARCO REFERENCIAL

En el campo agrícola, la aplicación de la biotecnología sería fundamentalmente en selección y propagación, mejoramiento genético, sistemas diagnósticos a través de biología molecular y desarrollo para el uso de bioplaguicidas que pueden ser sistemas de control *per se*, el uso de algún tipo de organismos que controlen otros, o mediante la introducción de genes que tienen estos organismos dentro de las plantas para que ellas tengan resistencia a plagas y enfermedades, y en esta medida disminuir las necesidades y los costos de utilización de productos químicos. (4).

La biotecnología, está alcanzando su máximo desarrollo en los países más avanzados y nos está haciendo perder las ventajas comparativas que tenían los países tropicales, pues hoy en día se pueden cultivar en invernaderos en los países de estaciones, los frutos que otrora eran exclusivos de estos climas. No es casual que la mayoría del trigo, arroz y maíz para alimentar la población que crece a velocidades frenéticas, se está produciendo en Estados Unidos, Canadá y Japón, gracias al uso de la biotecnología para generar variedades más productivas, resistentes a climas y a condiciones adversas. (5).

En el campo ambiental son innumerables las aplicaciones: utilización de procesos biológicos para tratamientos de afluentes, aguas residuales, tanto domésticas como industriales, tratamiento de residuos sólidos, descontaminación de suelos, aguas, aire, etc. Otra aplicación, tiene que ver con la conservación y conocimiento de la biodiversidad, dada nuestra condición de país altamente diverso. (3).

A partir de la década de 1990, la biotecnología ha mostrado que puede hacer grandes contribuciones no sólo al mejoramiento de cultivos sino a la conservación y uso de recursos filogenéticos. Las sesiones de la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO, ha enfatizado el potencial de la biotecnología para contribuir a incrementar la producción de alimentos, promover la agricultura sostenible, promover la conservación de

recursos fitogenéticos y biodiversidad, y efectuar libre intercambio de información científica y recursos fitogenéticos. (6).

El impacto e influencia de la biotecnología, en el proceso de conservación de recursos fitogenéticos y biodiversidad es profundo. La relación entre la biotecnología y la conservación de germoplasma vegetal es recíproca. La biotecnología ofrece muchas técnicas nuevas que ayudarán a maximizar los esfuerzos para la conservación de recursos genéticos, mientras que ésta es vital para la investigación futura y el desarrollo de biotecnologías. (6).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Conocer el que hacer del laboratorio del ICTA a través del desarrollo de investigación científica en el área biotecnológica.

1.3.2 Específicos

1. Determinar como el laboratorio contribuye a la reproducción a nivel in vitro especies vegetales
2. Conocer técnicas para la obtención de plantas resistentes a la sequía.

1.4 METODOLOGÍA

Para la realización del diagnóstico se trabajó en dos áreas, laboratorio e invernaderos, para la realización del ejercicio profesional supervisado.

El diagnóstico realizado en el laboratorio de biotecnología del ICTA se elaboró de la siguiente manera:

1.4.1 Fase de gabinete

En esta fase, se recolectó la información básica, tal como objetivos del laboratorio, especies, metodología de trabajo; infraestructura; al mismo tiempo se procedió a la recolección de información documental, sobre datos para la propagación masiva de plantas, recopilando datos sobre el manejo agronómico del cultivo de la pitaya (*Hylocereus spp.*) y el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Para el cultivo de pitaya y frijol, se recolecto también toda la información sobre el manejo fitosanitario.

1.4.2 Fase de campo

Esta fase fue realizada de la siguiente manera:

Observación

Esta técnica se llevó a cabo en el laboratorio y los invernaderos, por medio de un recorrido, donde se pudo conocer una serie de aspectos que determinaron la problemática existente.

Entrevistas Personales

Esta técnica fue aplicada con algunos miembros del personal de campo y laboratorio, así como el coordinador de laboratorio, con el fin de obtener la opinión de los trabajadores sobre la situación en la que se encuentra esta unidad del ICTA.

1.4.3 Análisis de la información

En esta fase se llevó a cabo la descripción y priorización de los problemas encontrados en la unidad de biotecnología del ICTA, con la ayuda del coordinador de esta unidad, como apoyo al trabajo que en esta unidad se realiza para incrementar la productividad agrícola y por ende el bienestar social del país. Definiéndose un plan de servicios y un proyecto de investigación como parte del ejercicio profesional supervisado.

1.5 RESULTADOS

Descripción del laboratorio

El laboratorio, consta físicamente de un edificio especialmente diseñado con techo de terraza, piso de gramito, paredes de block, 2 baños, 3 cubículos, 1 cuarto para útiles de limpieza, 1 cuarto para destiladores y lavado de cristalería, 1 cuarto para autoclaves y hornos, 1 cuarto de transferencia, 1 bodega (interna) 1 área para preparación de medios, 4 cuartos de crecimiento con estanterías para albergar 180,000 tubos de cultivo de 25x150mm ó 24,000 magentas de 3x3x4 pulgadas, 1 ducha de emergencia.

Descripción de los invernaderos

Dos invernaderos de estructura de metal, 1 bodega externa, lámina de plástico, ventanas móviles con vidrio y cedazo, con un área cubierta de 480m², 44 pilas de trabajo con un área útil de 136m², 12 grifos para agua, 12 tomacorrientes, 1 edificio para guardianía y planta de emergencia generadora de electricidad. En términos generales el edificio está en buen estado y es funcional.

En el área de cultivo de tejidos actualmente se cuenta con el equipo, cristalería y químicos necesarios para desarrollar actividades de investigación, propagación masiva.

Los materiales y suministros necesarios para el trabajo en ambas áreas se procuran a través del financiamiento tanto interno como externo de los proyectos de investigación.

Actividades que realiza el laboratorio de biotecnología del ICTA.

- Mejoramiento genético, a través del cultivo de anteras en arroz.
- Conservación de germoplasma, utilizando la técnica de mínimo crecimiento se conserva una colección in vitro de 49 clones de papa.
- Propagación de plantas libres de patógenos, anualmente se propagan 30,000 plantas libres de virus, bacterias, nematodos y hongos, contribuyendo con el programa de producción de semilla de papa del ICTA. Se han realizado pruebas, a mediana escala para la propagación libre de patógenos en los cultivos de banano, plátano, piña, orquídeas y *Spathiphyllum*, propagando unas 15,000 plantas.

- Validación y mejoramiento de protocolos para micropropagación y aclimatación de plántulas en invernadero.
- Marcadores moleculares.

Irradiación de genotipos de frijol

El personal del laboratorio de biotecnología ha trabajado en la irradiación de genotipos de frijol, con el objetivo de generar materiales mutantes de uso y aplicación genética práctica. Este proyecto apoya el programa de frijol ICTA y cuenta con una colección importante de materiales mutantes a nivel mundial. Las irradiaciones se realizan con cobalto 60, combinando también el uso de biotecnología.

1.6 CONCLUSIONES

1. El laboratorio de biotecnología del ICTA realiza múltiples investigaciones contribuyendo al mejoramiento, propagación y conservación de material vegetal contribuyendo al desarrollo científico en el área agrícola.
2. Esta unidad ha generado múltiples protocolos para la propagación in vitro de materiales exóticos con futuro comercial. Esto incluye el cultivo de pitaya del cual no se conoce el protocolo.
3. El personal de esta unidad trabaja en la obtención de material genético resistente a la sequía, necesitando reproducir los materiales irradiados en el campo.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Bajaj, YPS. 1983. *In vitro* production of haploide. *In* Handbook of plant cell culture. Eds. DA Evans, WR Sharp, PV. Ammirato and Y. Yamada. New York, US, McMillan Publishing. v. 1, p. 228-287.
2. Whitters, LA. 1992. *In vitro* conservation. *In* Biotechnology of perennial fruit crops. Eds. FA Hammerschlag and RE Linz. Wallingford. UK, CAB Internacional. p. 77-104.
3. BioDiv.org. 2004. Informe nacional de cumplimiento a los acuerdos del convenio sobre diversidad biológica (en línea). Guatemala. Consultado 10 oct. 2004. Disponible en www.biodiv.org/doc/world/gt/gt-nr-02-es.doc
4. Colegio de Ciencias, CO. 2004. La biotecnología, un tema que no podemos ni eludir ni tratar a la ligera (en línea). Colombia. Consultado 10 oct. 2004. Disponible en www.colciencias.gov.co/simbiosis/percepcion/cieludir.htm
5. Colegio de Ciencias, CO. 2004. Legislación y propiedad intelectual en biotecnología (en línea). Colombia. Consultado 10 oct. 2004. Disponible en www.colciencias.gov.co/simbiosis/percepcion/c1legislacion.htm
6. FAO, IT. 2004. Applications of biotecnology to conservation and use of plant genetic resources (en línea). Italia. Consultado 10 oct. 2004. Disponible en www.fao.org/agp/agps/pgr/drew1.htm



Bo Rolando Barrios

CAPÍTULO II
INVESTIGACIÓN
RESPUESTA DE LA PITAYA (*Hylocereus spp.*) A LA PROPAGACIÓN IN VITRO
PITAYA (*Hylocereus spp.*) RESPONSE TO *in vitro* PROPAGATION

2.1 PRESENTACIÓN

La pitaya (*Hylocereus* sp.), es una planta de la familia de las cactáceas, trepadora o epífita y de flores encarnadas o blancas según su variedad. Es originaria de América Tropical, siendo México, Centro América y El Caribe los lugares que presentan el mayor número de especies, donde se le conoce con el nombre de pitaya o pitahaya que significa "fruta escamosa". En Guatemala se han descrito dos especies, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus ocamponis*, que se adaptan bien a zonas calientes y con poca lluvia, donde otras plantas no producen debido a la poca agua disponible. Es un cultivo perenne, que al año de plantado inicia su producción comercial. No requiere de tecnología compleja ni difícil de aplicar.

Para establecer sistemas intensivos de producción, es evidente que se necesita suficiente material de propagación seleccionado, lo cual se ve limitado mediante métodos tradicionales de propagación. La variabilidad de materiales de pitaya encontrada en Guatemala es amplia, de la cual se han seleccionado seis clones promisorios, sobre la base de variaciones evidentes en los rasgos visibles. Estos clones, se encuentran adaptados a distintas zonas de vida del país. La posibilidad de multiplicar masivamente clones nativos de individuos sobresalientes hace atractivo el estudio de la micropropagación de especies como la pitaya. El presente estudio se realizó en las instalaciones del laboratorio de Biotecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), ubicado en el kilómetro 21.5 carretera a Amatitlán en Bárcena, Villanueva y tuvo como objetivo principal evaluar la respuesta a la propagación in vitro de seis clones de pitaya en 22 medios de cultivo con 8 repeticiones bajo un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial haciendo un total de 132 tratamientos y 1,056 unidades experimentales. Obteniéndose que el clon de pitaya CJ-PROFRUTA 06-02, presentó el número más alto de brotes, la mayor longitud y el mayor peso fresco de brotes (3.25 brotes, 0.73 centímetros y 0.87 gramos) al aplicársele 0.01 mg de ácido naftalenacético (ANA) y 1 mg de bencilaminopurina (BAP), seguido por los clones CJ-PROFRUTA 01-94, CJ-PROFRUTA 03-94, CJ-PROFRUTA 04-94 y CJ-PROFRUTA 05-94; el clon CJ-PROFRUTA 02-94 no presentó brote alguno en los niveles de ANA y BAP evaluados.

2.2 MARCO REFERENCIAL

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Biotecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, ubicado en el kilómetro 21.5 de la ruta hacia el Pacífico, Bárcena, Villa Nueva. Los clones de pitaya utilizados son el resultado de investigaciones hechas por el proyecto de desarrollo de la fruticultura y agroindustria PROFRUTA, en los que se seleccionaron seis clones promisorios, sobre la base de variaciones evidentes en los rasgos visibles, los cuales se encuentran adaptados a distintas zonas de vida del país (1).

2.2.1 INFORMACIÓN DE LOS MATERIALES GENÉTICOS EVALUADOS

1. CJ PROFRUTA 01-94. Los tallos son de coloración verde claro, cuya longitud entre cada uno de los entrenudos varía de 20 a 50 cm. Es característico en los tallos, el ángulo cóncavo entre aureola, la que posee 1-4 espinas cónicas. No fue posible encontrar este patrón de tallo por debajo de los 700 metros de altitud, por lo que su rango de adaptación va de 700 a 1,650 msnm. El fruto es globular, con una cáscara relativamente gruesa 4-5 mm, lo cual es una ventaja, puesto que les ofrece cierta resistencia al manipuleo y transporte. La pulpa es de color solferino (comúnmente color pitaya) con abundantes espinas negras. Se comporta de forma sobresaliente en lugares como Jocotillo (Villa Canales), Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán. La fruta con estas características es la que se ha exportado hacia Europa.

2. CJ PROFRUTA 02-94. Sus tallos son alargados y angostos, con una coloración verde intenso, la longitud entre cada uno de los entrenudos varía de 30 a 75 cm. No posee crenaturas, o sea que el ángulo entre las yemas es liso, en cuyos extremos posee aureolas con 3-4 espinas cónicas. El fruto es alargado, con una parte externa de color rojo naranja y pulpa color blanco con gran cantidad de semillas oscuras. Su rango altitudinal de adaptación va de 100 a 400 msnm.

3. CJ PROFRUTA 03-94. Los tallos son medianamente largos y gruesos, coloración verde ceniciento, con el ángulo entre las yemas liso y en algunos casos con un leve pronunciamiento hacia adentro, en cuyos extremos posee aureolas con espinas cónicas

de mayor longitud, en algunos casos llegan a medir hasta 10 mm de longitud. Los márgenes de los tallos son callosos. El fruto es globular cubierto de escamas imbricadas, cuya parte externa del fruto es de coloración roja y la pulpa es de coloración rojo intenso. Este material es de fácil adaptación dentro del bosque espinoso subtropical cálido de Zacapa y El Progreso. De 150 a 450 msnm.

4. CJ PROFRUTA 04-94. Sus tallos son más cortos y gruesos que las otras selecciones, manteniendo siempre el patrón de tres aristas, espinas 3-4 por aureola y una longitud de 4-8 mm. El fruto es globular, cubierto de brácteas de mayor tamaño, la coloración externa es roja y la pulpa coloración púrpura. Este material se sugiere para climas calientes y se plantea con muchas posibilidades de ser establecida en localidades de Jutiapa, Santa Rosa y Escuintla.

5. CJ PROFRUTA 05-94. Sus tallos son alargados, el ángulo entre las aureolas es liso, posee espinas cortas (3-4) al igual que todas las selecciones los tallos poseen tres aristas. El fruto es globoso, con exocarpio (cáscara) color rojo intenso cuando maduro y la pulpa de una coloración rojiza intensa. Este material se adapta de mejor manera a un rango altitudinal que va de 50 a 400 msnm en localidades de Escuintla y Santa Rosa.

6. CJ PROFRUTA 06-02. Presenta tallos largos, el ángulo entre las aureolas en cóncavo, posee espinas cortas y, su tallo, al igual que todos es de tres aristas. El fruto es globoso, el exocarpio es de color rojo y su pulpa es de un color fucsia intenso. Este material se adapta en zonas de 400 a 500 msnm en Jutiapa.

2.2.2 INFORMACIÓN SOBRE LA EVALUACIÓN REALIZADA

Para la propagación in vitro de pitaya a partir de yemas axilares se consideraron dos factores, el factor A "Clones de pitaya" con seis niveles y el factor B "medios de cultivo" con 22 niveles.

Factor A: Clones de pitaya (Niveles del factor A):

- A1: CJ-PROFRUTA 01-94
- A2: CJ-PROFRUTA 02-94
- A3: CJ-PROFRUTA 03-94
- A4: CJ-PROFRUTA 04-94
- A5: CJ-PROFRUTA 05-94
- A6: CJ-PROFRUTA 06-02

Factor B: Medios de cultivo Murashige y Skoog (Niveles del factor B):

B1	MS con 0 ANA Y 0 BAP	B12	MS con 0.1 ANA Y 0.5 BAP
B2	MS con 0 ANA Y 0.5 BAP	B13	MS con 0.1 ANA Y 1 BAP
B3	MS con 0 ANA Y 1 BAP	B14	MS con 0.1 ANA Y 2.2 BAP
B4	MS con 0 ANA Y 2.2 BAP	B15	MS con 0.1 ANA Y 5 BAP
B5	MS con 0 ANA Y 5 BAP	B16	MS con 0.1 ANA Y 10 BAP
B6	MS con 0 ANA Y 10 BAP	B17	MS con 0.5 ANA Y 0 BAP
B7	MS con 0.01 ANA Y 0.5 BAP	B18	MS con 0.5 ANA Y 1 BAP
B8	MS con 0.01 ANA Y 1 BAP	B19	MS con 0.5 ANA Y 5 BAP
B9	MS con 0.01 ANA Y 2.2 BAP	B20	MS con 0.5 ANA Y 10 BAP
B10	MS con 0.01 ANA Y 5 BAP	B21	MS con 1 ANA Y 1 BAP
B11	MS con 0.01 ANA Y 10 BAP	B22	MS con 1 ANA Y 2.2 BAP

El ANA (ácido naftalenacético) y el BAP (bencilaminopurina), ambos en miligramos.

2.2.3 INFORMACIÓN SOBRE EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EMPLEADO

Se utilizó un diseño completamente al Azar en arreglo bifactorial 6 x 22, con 132 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo constituida por un tubo de ensayo con el medio de cultivo respectivo y sobre éste una yema axilar de pitaya.

VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta que se analizaron se presentan a continuación y fueron tomadas a los 30 días de sembrados los explantes.

1. **NÚMERO DE BROTES POR UNIDAD EXPERIMENTAL.** Se contó el número de brotes obtenidos en cada unidad experimental, obteniendo un promedio por cada tratamiento.
2. **ALTURA PROMEDIO DE BROTES EN CENTÍMETROS.** Para la altura promedio de brotes se midió con una regla graduada la altura de cada brote por unidad experimental en centímetros y luego se obtuvo el promedio de altura del brote de la unidad experimental.
3. **PESO FRESCO PROMEDIO DE BROTES EN GRAMOS.** En cada unidad experimental se procedió a disectar los brotes que presentó cada explante y luego se pesaron en una balanza analítica en gramos, finalmente el peso se dividió entre el número de brotes obtenidos en cada unidad experimental.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 GENERAL

Evaluar la respuesta de seis clones de pitaya *Hylocereus spp.* a la propagación *in vitro*.

2.3.2 ESPECÍFICOS

1. Determinar si alguno de los seis clones de pitaya *Hylocereus spp.* en al menos uno de los 22 medios de cultivo evaluados presenta respuesta positiva a la propagación *in vitro* respecto al número de brotes por unidad experimental.
2. Determinar si alguno de los seis clones de pitaya *Hylocereus spp.* en al menos uno de los 22 medios de cultivo evaluados presenta respuesta positiva a la propagación *in vitro* respecto a la altura promedio por brote.
3. Determinar si alguno de los seis clones de pitaya *Hylocereus spp.* en al menos uno de los 22 medios de cultivo evaluados presenta respuesta positiva a la propagación *in vitro* respecto al peso fresco promedio por brote.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO

El medio que se preparó fue el de Murashige & Skoog (MS) (2,3). Esta solución se realizó con anticipación guardándose para su posterior utilización. El procedimiento para la preparación de ésta solución fue el siguiente: Se colocaron aproximadamente 300 ml de agua destilada en un beacker de 1 litro. Luego se agregaron las siguientes cantidades de suplementos: Sacarosa (30 g/litro de agua), Agar (3.5 g/litro de agua), pH (5.7 – 5.8), HCL 0.1N, y NaOH 1N. Dichos reactivos se disolvieron en un beaker con agua tridestilada por separado y finalmente se disolvieron en la solución patrón, añadiendo a ésta según correspondió las dosis de ANA Y BAP correspondientes.

2.4.2 TRANSFERENCIA DE LOS EXPLANTES A LOS MEDIOS DE CULTIVO

A. Siembra de explantes.

Se utilizaron como explantes los brotes axilares jóvenes y vigorosos de cada uno de los seis clones de pitaya, de aproximadamente 1 centímetro de longitud. Estos explantes se esterilizaron superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio al 2%, esto antes de ser inoculados en el medio. Se sembró escalonadamente un clon por día en cada uno de los 22 medios de cultivo con sus respectivas repeticiones, para lo cual se desinfectaron previamente en la cámara de flujo laminar con alcohol al 70%. Para la manipulación del tejido en la cámara, se utilizaron frascos y cajas de petri previamente esterilizadas, así como agua destilada estéril. También se utilizaron asas, pinzas y bisturís que fueron esterilizados en cada sesión de trabajo.

B. Condiciones ambientales de incubación.

Las unidades experimentales se trasladaron a un cuarto de crecimiento, con una temperatura de 20 °C +/- 2, una intensidad lumínica de 3000 lux dada por lámparas fluorescentes de luz blanca y un fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad. Las

lámparas se mantuvieron a aproximadamente 25 centímetros de distancia de la parte superior de las unidades experimentales.

C. Toma y registro de datos.

La lectura de las variables de respuesta número de brotes por unidad experimental, altura y peso promedio de brotes se realizó a los 35 días después de la siembra de los explantes en los tubos de ensayo, se registraron los datos correspondientes a cada tratamiento con sus ocho repeticiones en una base de datos en Excel.

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 NÚMERO DE BROTES POR UNIDAD EXPERIMENTAL.

Cuadro 1. Resumen del ANDEVA para la variable de respuesta número de brotes por unidad experimental. ICTA, Bárcena, Villanueva. 2004.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	5	162.85	32.57	29.32 *	0.0001
Factor B	21	58.04	2.76	2.49 *	0.001
Interacción A x B	105	241.55	2.30	2.07 *	0.001
Error	924	1026.38	1.11		
Total	1055	1488.81			

Como se presentaron diferencias estadísticamente significativas al cinco por ciento para los clones, los medios de cultivo y las interacciones entre los clones por medio de cultivo. Se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey al cinco por ciento de significancia para la interacción clones de pitaya y medios de cultivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de Tukey al cinco por ciento de significancia para la variable de respuesta número de brotes de pitaya por unidad experimental. ICTA, Bárcena, Villanueva. 2004. El ANA (ácido naftalenacético) y el BAP (bencilaminopurina) en miligramos.

Tratamiento	Descripción del tratamiento	No. Brotes	Grupo Tukey
118	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	3.25	a
126	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 10 BAP	3.125	a
115	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 5 BAP	2.5	a
119	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	2.375	a b
112	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 0.5 BAP	2	b
116	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 10 BAP	1.875	b
91	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	1.75	b
122	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 0.5 BAP	1.75	b
120	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 5 BAP	1.625	b c
124	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 2.2 BAP	1	c
125	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 5 BAP	1	c
47	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.875	c
121	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 10 BAP	0.875	c
52	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.75	c
53	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.75	c
114	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.75	c
4	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.625	c
8	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.625	c
16	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 10 BAP	0.625	c
51	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 0.5 BAP	0.625	c
57	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 1 BAP	0.625	c
59	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 5 BAP	0.625	c
128	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.5 ANA y 1 BAP	0.625	c
129	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.5 ANA y 5 BAP	0.625	c
17	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.5 ANA y 0 BAP	0.5	c
48	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.5	c
89	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0 ANA y 0 BAP	0.5	c
110	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 1 ANA y 2.2 BAP	0.5	c d
9	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.375	d
11	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 10 BAP	0.375	d
96	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.375	d
113	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.375	d
62	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.5 ANA y 1 BAP	0.125	d
70	Clon CJ-PROFRUTA 04-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.125	d
74	Clon CJ-PROFRUTA 04-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.125	d
1	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0 ANA y 0 BAP	0	d

De los 132 tratamientos evaluados, únicamente 35 ofrecieron una respuesta positiva a la propagación *in vitro* en cuanto a la emisión de brotes de pitaya a partir de los explantes, lo cual representa el 26.51 % de los tratamientos; únicamente el clon CJ-PROFRUTA 02-94, no emitió brote alguno en los 22 medios de cultivo.

En el Cuadro 2, en la prueba de análisis de medias se aprecia que se formaron cuatro grupos Tukey estadísticamente distintos en sus medias de número de brotes por unidad experimental. La interacción que ofreció el mayor número de brotes por unidad experimental corresponde al tratamiento 118 que tiene el clon de pitaya CJ- PROFRUTA 06-02 sobre el medio de cultivo MS con 0.01 mg de ANA y 1 mg de BAP proporcionando 3.25 brotes por unidad experimental; con un número de brotes estadísticamente igual a éste se encuentra el mismo clon CJ-PROFRUTA 06-02 en los medios de cultivo 0.1 mg de ANA y 10 mg de BAP con 3.125 brotes por unidad experimental, el medio MS con 0 mg de ANA y 5 mg de BAP con 2.5 brotes por unidad experimental y el medio MS con 0.01 mg de ANA y 2.2 mg de BAP con 2.375 brotes por unidad experimental. De acuerdo con estos resultados se puede discutir el alto porcentaje en el Coeficiente de Variación (382.46 %) obtenido, ya que existe una diferencia alta del número de brotes obtenidos por unidad experimental entre el clon CJ-PROFRUTA 02-94 y el resto de clones, ya que el mismo no produjo ningún brote, mientras que los restantes cinco clones produjeron al menos uno, a excepción del clon CJ-PROFRUTA 06-02 que produjo más de uno.

ALTURA DE BROTES Y PESO FRESCO POR BROTE

Cuadro 3. Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable altura de brotes en centímetros. ICTA, Bárcena, Villanueva. 2004.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	5	1.61	0.32	8.51*	0.0001
Factor B	21	2.28	0.10	2.87*	0.001
Interacción A x B	105	8.57	0.08	2.15*	0.001
Error	924	35.01	0.04		
Total	1055	47.47			

Cuadro 4. Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable peso fresco por brote en gramos. ICTA, Bárcena, Villanueva. 2004.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	5	4.44	0.89	30.66*	0.0001
Factor B	21	4.20	0.20	6.89*	0.001
Interacción A x B	105	10.91	0.10	3.59*	0.001
Error	924	26.78	0.03		
Total	1055	46.34			

Como se aprecia en los cuadros 3 y 4, existieron diferencias significativas al cinco por ciento para los clones, medios de cultivo y para la interacción de estos dos factores.

Cuadro 5. Prueba de Tukey al cinco por ciento de significancia para la variable de respuesta altura de brotes de pitaya por unidad experimental en centímetros. ICTA, Bárcena, Villanueva. 2004. (ANA y BAP en miligramos.)

Tratamiento	Descripción del tratamiento	Altura (cm)	Grupo Tukey
118	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.7300	a
47	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.5250	a b
126	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 10 BAP	0.4013	b
16	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 10 BAP	0.3588	b
51	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 0.5 BAP	0.3000	b
57	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 1 BAP	0.2900	b c
4	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.2788	c
116	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 10 BAP	0.2750	c
8	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.2500	c
53	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.2463	c
115	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 5 BAP	0.2338	c
11	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 10 BAP	0.2125	c
122	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 0.5 BAP	0.2000	c
17	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.5 ANA y 0 BAP	0.1563	c
91	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.1413	c
112	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 0.5 BAP	0.1375	c
70	Clon CJ-PROFRUTA 04-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.1250	c
74	Clon CJ-PROFRUTA 04-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.1250	c
121	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 10 BAP	0.1250	c
9	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.1125	c
119	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.0850	c
96	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.0813	c
48	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.0750	c
125	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 5 BAP	0.0750	c
62	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.5 ANA y 1 BAP	0.0625	c
89	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0 ANA y 0 BAP	0.0625	c
110	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 1 ANA y 2.2 BAP	0.0625	c
120	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 5 BAP	0.0500	c
124	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 2.2 BAP	0.0500	c d
52	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.0438	d
59	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 5 BAP	0.0250	d
113	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.0125	d
128	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.5 ANA y 1 BAP	0.0125	d
129	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.5 ANA y 5 BAP	0.0125	d
114	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.0100	d
1	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0 ANA y 0 BAP	0	d

Cuadro 6. Prueba de Tukey al cinco por ciento de significancia para la variable de respuesta peso de brotes de pitaya por unidad experimental en gramos. ICTA, Bárcena, Villanueva. 2004. (ANA y BAP en miligramos.)

Tratamiento	Descripción del tratamiento	Peso (gr)	Grupo Tukey
118	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.8712	a
47	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.8054	a
112	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 0.5 BAP	0.4419	b
119	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.4102	b
126	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 10 BAP	0.3995	b
115	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 5 BAP	0.3578	b
124	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 2.2 BAP	0.3423	b
120	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 5 BAP	0.3326	b
8	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.3111	b
52	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.2917	b
122	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 0.5 BAP	0.2887	b c
91	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.2098	c
116	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 10 BAP	0.1814	c
125	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.1 ANA y 5 BAP	0.1661	c
53	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.1467	c
57	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 1 BAP	0.1447	c
70	Clon CJ-PROFRUTA 04-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.1432	c
74	Clon CJ-PROFRUTA 04-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.1388	c
129	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.5 ANA y 5 BAP	0.1259	c
16	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 10 BAP	0.1014	c
59	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.1 ANA y 5 BAP	0.0945	c
121	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.01 ANA y 10 BAP	0.0912	c
48	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.0846	c
128	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0.5 ANA y 1 BAP	0.0782	c d
4	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.0605	d
51	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 0.5 BAP	0.0598	d
96	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 1 BAP	0.0554	d
11	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 10 BAP	0.0508	d
62	Clon CJ-PROFRUTA 03-94 en el medio MS con 0.5 ANA y 1 BAP	0.0447	d
110	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 1 ANA y 2.2 BAP	0.0292	d
17	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.5 ANA y 0 BAP	0.0260	d
9	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0.01 ANA y 2.2 BAP	0.0250	d
113	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 1 BAP	0.0193	d
114	Clon CJ-PROFRUTA 06-02 en el medio MS con 0 ANA y 2.2 BAP	0.0172	d
89	Clon CJ-PROFRUTA 05-94 en el medio MS con 0 ANA y 0 BAP	0.0117	d
1	Clon CJ-PROFRUTA 01-94 en el medio MS con 0 ANA y 0 BAP	0	d

2.6 CONCLUSIONES

1. El clon de pitaya CJ-PROFRUTA 06-02, presentó el número más alto de brotes en el experimento, con 3.25 brotes al aplicársele 0.01 ml de ANA y 1 ml de BAP, seguido por los clones CJ-PROFRUTA 03-94, CJ-PROFRUTA 01-94, CJ-PROFRUTA 05-94 y CJ-PROFRUTA 04-94 con un promedio que varió entre 0.75 a 0.12 brotes. Finalmente el clon CJ-PROFRUTA 02-94 no presentó ningún brote en los medios de cultivo evaluados.
2. En lo referente a la altura promedio de los brotes obtenidos, el clon CJ-PROFRUTA 06-02 presentó la mayor longitud promedio (0.73 centímetros) al aplicársele 0.01 ml de ANA y 1 ml de BAP, seguido de los clones CJ-PROFRUTA 05-94, CJ-PROFRUTA 04-94, CJ-PROFRUTA 03-94 y CJ-PROFRUTA 01-94 que presentaron 0.13, 0.08 y 0.04 centímetros respectivamente.
3. El mayor peso fresco promedio de brotes se obtuvo en el clon CJ-PROFRUTA 06-02 con 0.87 gramos al aplicársele 0.01 mg de ANA y 1 mg de BAP, seguido por los clones CJ-PROFRUTA 01-94, CJ-PROFRUTA 03-94, CJ-PROFRUTA 04-94 y CJ-PROFRUTA 05-94 que presentaron 0.31, 0.29, 0.14 y 0.06 gramos, respectivamente.

2.7 RECOMENDACIONES

1. Con fines de multiplicación masiva se recomienda el uso de 0.01 mg de ANA y 1mg de BAP en el clon de pitaya CJ-PROFRUTA 06-02 y continuar con estudios para establecer los niveles de ANA y BAP para obtener una propagación satisfactoria a través del cultivo de tejidos.
2. No contando con información previa acerca de la propagación in vitro de pitaya, se recomienda para próximas investigaciones evaluar otros clones y otras concentraciones de ANA y BAP.

2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabrera M, M; Juárez B, C. 1995. Exploración, recolección y caracterización preliminar de materiales de pitaya (*Hylocereus* sp.) en Guatemala: investigaciones en fruta nativa, subproyecto exóticos. Guatemala, PROFRUTA / MAGA. p. 93-96.
2. Hall, RD. 1999. Plant cell culture protocols: CPRO-DLO. New Jersey, US, Humana Press. p. 138-140.
3. Infante, R. 1992. *In vitro* axillary shoot proliferation and somatic embryogenesis of yellow pitaya *Mediocactus coccineus* (Salm-Dick). Chile, Universidad de Talca. p. 155-159.



Vo. Bo. Rolando Barrios.

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS
En el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas-ICTA-,
Bárcena, Villa Nueva

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

3.1 PRESENTACIÓN

El laboratorio de Biotecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, se encuentra ubicado en el kilómetro 21.5 carretera al Pacífico, Bárcena, Villa Nueva. El laboratorio, se construyó en 1991, siendo diseñado para hacer investigación, capacitación y producción masiva de plantas por medio de cultivo de tejidos. En el año 2001, se implementó un área para desarrollar trabajos de Biología Molecular.

El laboratorio, consta físicamente de un edificio especialmente diseñado, con techo de terraza, piso de granito, dos baños, tres cubículos, cuarto de autoclaves y hornos, cuarto de transferencia, dos bodegas (externa e interna), área para preparación de medios, cuatro cuartos de crecimiento con estanterías para albergar 180,000 tubos de cultivo de 25 x 150 mm ó 24,000 magentas de 3 x 3 x 4 pulgadas, ducha de emergencia; dos invernaderos con estructura de metal, lámina de plástico, ventanas móviles con vidrio y cedazo, con un área cubierta de 480 m², 44 pilas de trabajo con un área útil de 136 m², 12 grifos para agua, 12 tomacorrientes; edificio para guardianía y planta de emergencia generadora de electricidad.

En el área de cultivo de tejidos actualmente se cuenta con el equipo, cristalería y químicos necesarios para desarrollar actividades de investigación, conservación *in vitro* de germoplasma y propagación masiva. En el área de biología molecular se cuenta con el equipo básico para realizar actividades como caracterización genética y selección asistida por marcadores. Los materiales y suministros necesarios para el trabajo en ambas áreas se procuran a través de financiamiento tanto interno como externo de los proyectos de investigación.

Dentro de las actividades a realizar se tiene: Mantenimiento de un jardín clonal de pitaya (*Hylocereus spp.*) cuya finalidad es la de instalar y proporcionar un manejo técnico a un jardín con seis clones de pitaya. Asimismo, como servicio dos, estará darle un manejo técnico a dos parcelas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), con la finalidad de obtener líneas promisorias con tolerancia a la salinidad de suelos y a la sequía.

3.2 SERVICIO 1: “INSTALACIÓN DE UN JARDÍN CLONAL DE PITAYA

(Hylocereus sp.)”

3.3 OBJETIVOS

- Tener disponibilidad de material genético diverso de pitaya.
- Conservación de germoplasma nativo.
- Mejoramiento genético cualitativo y cuantitativo.

3.4 METODOLOGÍA

La formación del jardín clonal, se inició considerando la ubicación y el manejo del jardín. Tomando en cuenta los siguientes aspectos:

1. Ubicación del terreno
2. El área no debe estar sembrada con otros cultivos
3. El terreno plano y nivelado
4. Terreno con drenaje
5. Riego oportuno
6. Controles fitosanitarios preventivos y las fertilizaciones foliares con regularidad. La aplicación de una mezcla de funguicida, insecticida, más fertilizante foliar mensualmente.
7. Los deshierbes del vivero se realizan antes de las aplicaciones de agroquímicos con el fin de que el efecto sea directo y mejor aprovechado por el cultivo.

3.4.1 Preparación del Terreno

Se realizó en forma mecanizada: arado, rastra, delineado y ahoyado. Una vez preparado el suelo, se traza con cuerdas marcando los espacios donde se realizarán los hoyos. La delineación se realizó con una vara de 2 m señalando el lugar con estacas para su posterior hoyado, el distanciamiento entre surcos fue de 4 metros y 2 metros entre

plantas. Los hoyos se hicieron donde estaban las estacas, con 30 cm. ancho x 30 cm. de alto.

3.4.2 Transplante

Los esquejes fueron enraizados en bolsas con tierra, el transporte hacia el sitio definitivo se realizó en estas, sin quitarlas completamente al momento de ubicarlas en el agujero. Una vez terminado el transplante del día fue se aplicó riego localizado por planta y después de cuatro días se repitió.

3.4.3 Deshierbes

Se limpió la plantación de malas hierbas, evitando de este modo también el ataque de plagas y enfermedades. El control de malezas se realizó periódicamente cada 3 ó 4 meses, dependiendo de los niveles de precipitación pluvial ó riego.

Los deshierbes, se realizaron utilizando herbicidas, los que se aplicaron en forma localizada, teniendo cuidado de no asperjar las plantas de pitaya. Utilizando: Paraquat (2 a 4 Kg /ha); Gramoxone (1 Kg /ha).

3.4.4 Tutores

Se utilizaron tutores muertos, conformados por postes de concreto, con una longitud de 1.75 metros, enterrados a una profundidad de 50 cm, con el objetivo de llevarlo a una altura de cosecha.

Es importante indicar que la señalización y ahoyado de los sitios destinados para los postes del sistema de conducción de la planta, deben efectuarse con anterioridad a la siembra o transplante, para evitar posibles daños a las plántulas recién transplantadas.

3.4.5 Podas

Se realizaron con el fin de incrementar la producción, facilitar las prácticas culturales, ventilación y para reducir el desarrollo de enfermedades. Las podas se efectuaron luego de la cosecha.

3.4.6 Aplicación de fertilizantes y abonos

La fertilización se aplicó en base a los resultados de los análisis de fertilidad de los suelos. Las aplicaciones se realizan cada 2 meses para que la planta disponga de los nutrientes en forma permanente y dosificada, evitando de esta manera la el exceso de una aplicación masiva (una vez por año).

Seguidamente de aplicado el riego de manera manual, se aplicó la adecuada fertilización con la finalidad de proporcionar una disponibilidad de nutrientes en el suelo, y que puedan aprovecharlos las plantas. Para el inicio del cultivo es necesario disponer de una buena provisión de nitrógeno, fósforo y potasio, esto favorecerá que la planta forme adecuadamente su follaje y raíces. La colocación de estos elementos se hizo a una distancia mínima de 30 cm. del tallo y en cobertura, teniendo cuidado de no poner en exceso el nitrógeno ya que puede causar la caída prematura del fruto. La aplicación de elementos menores como hierro y cobre se realiza mediante aspersiones foliares. Los abonos foliares vienen con un cuadro completo de elementos menores, que permiten un buen desarrollo de las plantas.

3.4.7 Riego

El riego se realizó de manera manual a cada planta dependiendo de la época (seca o lluviosa). En la época seca se realizaron dos riegos semanales.

3.4.8 Plagas y enfermedades

3.4.8.1 Plagas

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Mosca y gusano de la fruta	<i>Anastrepha sp.</i>	Nuvan	1 g / l de agua
Larva barrenadora	<i>Diatrea spp.</i>	Pirimifos - Metil	400-500 ml/ha
		Alfacipermetrina	100-200 ml / 100 l
Cochinillas	<i>Diaspis sp, Aspidastus sp., Chianospis sp.</i>	Buprofezin	0.75-1 Kg. / ha
		Metidation	150-200 ml/100 l
Nemátodos de agallas	<i>Meloidogyne sp.</i>	Azadirachtina	5 ml / l
		Ácidos grasos	2 l / ha
		Carbofurán	2 g / planta

3.4.8.2 Enfermedades

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Antracnosis	<i>Colletotrichum spp.</i>	Pyrazophos	1.5 a 2.0 l / ha
		<i>Bacillus subtilis</i>	10 ⁶ UFC / ml
Pudrición del cuello	<i>Fusarium oxysporum</i>	Cymoxanil + Metiram	5 ml/l al cuello de la planta
		<i>Trichoderma viride</i>	10 ⁷ UFC / ml al cuello de la planta o desinfecciones en semillero.
Pudrición acuosa de la base.	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Erwinia sp.</i>	Oxicloruro de cobre	0.6-1 Kg./ha
		Sulfato de estreptomicina	500 UI/ml
		<i>Burkholderia cepacia</i>	10 ⁸ UFC/ml

3.5 RESULTADOS

El jardín de pitaya, fue instalado en los campos del ICTA con seis clones, que fueron proporcionados por el Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria – PROFRUTA-, ocupando un área de 115 m².

El logro del buen estado del jardín de pitaya fue resultado de un adecuado manejo de las labores agrícolas, tendiendo a disminuir y controlar los patógenos.

3.6 CUMPLIMIENTO DE METAS

De lo programado se cumplió con un 80% debido a la disponibilidad de material y empeño puestos en este servicio.

3.7 SERVICIO 2. “MANEJO DE DOS PARCELAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)”

3.8 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selección de líneas mutantes, con tolerancia a salinidad de los suelos.
- Selección de líneas mutantes, con tolerancia a sequías.
- Producción de material básico vegetal para futuros trabajos en el mejoramiento integral del frijol.

- Manejar técnicamente las parcelas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), con la finalidad de seguir investigando sobre la obtención de líneas con tolerancia a la salinidad de los suelos.

3.9 METODOLOGÍA

3.9.1 Preparación del suelo

En Siembras en Sistemas sin asocio. Teniendo en cuenta las prácticas siguientes:

1. La aradura de 20 a 30 centímetros de profundidad, con arado de disco o vertedera.
2. Luego se efectuó una o dos pasadas de rastra con el fin de romper o deshacer los terrones que pudieron haberse formado durante la aradura del suelo.
3. La nivelación o emparejamiento del terreno fue necesaria para evitar el encharcamiento.

3.9.2 Manejo del Cultivo

La siembra de frijol en sistema de monocultivo se realizó a mano, enterrando la semilla a una profundidad de 2 a 4 centímetros: teniendo cuidado que antes de sembrar, el suelo tuviera suficiente humedad para garantizar una germinación uniforme.

Para la siembra de primera en monocultivo se distribuyeron 3 semillas por agujero en surcos separados a 50 centímetros.

3.9.3 Control de Malezas

La deshierba se llevó a cabo de forma manual, dos limpiezas con azadón; la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda 10 días después de la primera limpieza.

3.9.4 Cosecha

La cosecha se inició con el arranque de las plantas para acelerar el secado. Las plantas se dejaron secar en el campo, cuando las condiciones ambientales fueron apropiadas (época seca), en la época de lluvia se llevaron a un invernadero.

El desgrane se realizó a manera de que la semilla sufriera el menor daño posible, agrupando las plantas sobre lonas y golpeándolas con palos.

3.10 RESULTADOS

Por parcela de 7 X 7 metros se obtuvo un rendimiento de 150 Kg. de frijol. Cosechándose las generaciones F1 y la F2.

3.9. BIBLIOGRAFÍA

1. PROFRUTA (Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria, GT). 2003. Consideraciones del cultivo de pitaya en Guatemala. Guatemala. 45 p.
2. PROFRUTA (Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria, GT); MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2003. Seminario internacional de pitayas. Guatemala. 115 p.



Ve. B. Rolando Barrios



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 16/2005

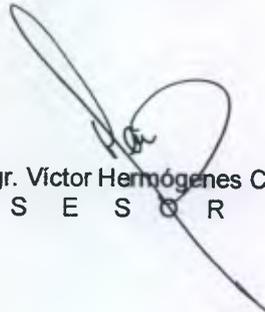
EI DOCUMENTO TITULADO: "RESPUESTA A LA PITAYA *Hylocereus spp.*
A LA PROPAGACION *in vitro*".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE : DORA MARÍA CORZANTES DE
SALAVERRÍA

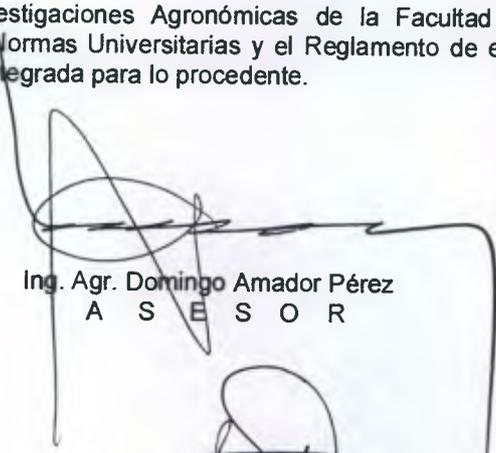
CARNÉ: 51673

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor Hermógenes Castillo
Ing. Agr. Domingo Amador Pérez

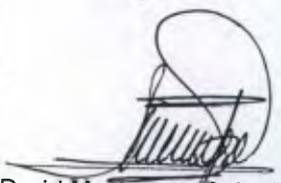
Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.



Ing. Agr. Víctor Hermógenes Castillo
A S E S O R



Ing. Agr. Domingo Amador Pérez
A S E S O R



Dr. David Monterroso Salvatierra
DIRECTOR DEL IIA

DMS/nm
c.c. Archivo
IIA



Investigación Titulada:

RESPUESTA A LA PITAYA *Hylocereus* spp. A LA PROPAGACIÓN IN VITRO.

Estudiante:

DORA MARIA CORZANTES DE SALAVERRIA

"IMPRIMASE"



Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
DECANO EN FUNCIONES

