

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA BIOLOGIA

INFORME FINAL DE LA PRÁCTICA DE EDC  
ASOCIACIÓN DE RESCATE Y CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE  
ENERO 2007-ENERO 2008

ILIANA MARIA CANO DE PAZ 200210648  
SUPERVISOR EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY  
SUPERVISOR DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA: ODA ERICASTILLA

## INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe final de la práctica de servicio, docencia e investigación realizada durante 12 meses en la Asociación de Rescate y Vida Silvestre (ARCAS) y en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad de San Carlos con la investigación “Efecto enraizador del extracto de hojas de *Kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de *Prunus persica* (L) Batsch, *Prunus salicina* Lindl y *Ficus carica* L.” para así complementar nuestra formación profesional desarrollando actividades relacionadas a nuestro campo. La presentación oral sirve para socializar la experiencia personal con los profesores y compañeros así como fortalecer las habilidades y destrezas en presentaciones orales que serán de mucha ayuda y se realizarán rutinariamente como profesional.

### CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa Universitario	Fecha Propuesta	Horas EDC asignadas	Horas EDC acumuladas	% de horas EDC de avance/acumuladas
<b>SERVICIO</b>				
Limpieza de jaulas	Todos los días	130	170	100%
Alimentar animales	Todos los días	60	85	100%
Enriquecimiento de jaulas	Una vez por semana	20	20	100%
Rescates y decomisos de animales	Cuando se presente la ocasión	10	2	20%
Elaboración fichas técnicas y reportes mensuales	Todos los viernes	30	20	66.66%
<b>DOCENCIA</b>				
Taller de animales hechos con bandejas de duroport	Ultima semana de febrero y primera semana de marzo	12	5	41.67%
Charlas de educación ambiental en centros educativos	Marzo a junio	50	50	100%
Manejo de animales	Todos los días	20	20	100%
<b>ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS</b>				
Liberación de animales	Marzo a junio 2007	15	4	26.67%
Crianza de	Abril-junio	----	100	100%

Mapaches	2007			
Tratamiento de esqueletos de animales	Abril	20	20	100%
Elaboración de material para museo del Cerro Alux	Abril-Mayo	15	10	66.66%
Transcripción de Resúmenes para Revista Científica	Noviembre	8	8	100%
Participación en Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación	26-30 Noviembre	45	45	100%
<b>INVESTIGACIÓN</b>				
“Efecto enraizador del extracto de hojas de <i>Kalanchoe pumila</i> Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de <i>Prunus persica</i> (L) Batsch, <i>Prunus salicina</i> Lindl y <i>Ficus carica</i> L.”	Julio-Diciembre	350	350	100%

Total de horas realizadas servicio: 401 horas (275 horas)  
Total de horas realizadas docencia: 158 horas (155 horas)  
Total de horas realizadas herbario: 40 horas (40 horas)  
Total de horas realizadas investigación: 350 horas (350 horas)

## ACTIVIDADES DE SERVICIO

### #1

**Título:** Limpieza de jaulas

**Objetivo:** Mantener a los animales en condiciones higiénicas para evitar enfermedades.

**Procedimiento:** Las jaulas se lavan con agua y desinfectante todos los días y a los que se encuentran en kennels se les coloca papel periódico para retener los excrementos y brindarles calor.

**Resultados:** Los animales se han mantenido en buen estado de salud.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** ninguna

#2

**Título:** Alimentar animales

**Objetivo:** Brindar alimentos a los animales de acuerdo a tamaño, especie, edad, requerimiento nutricional

**Procedimiento:** Se preparan los alimentos en trozos (carne, verdura o fruta) se le coloca suplemento vitamínico o mineral y se agrega concentrado.

**Resultados:** Los animales se han desarrollado normalmente.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** ninguna

#3

**Título:** Enriquecimiento de jaulas

**Objetivo:** Disminuir el grado de estrés debido al encontrarse encerrados los animales

**Procedimiento:** Introducir objetos a las jaulas como rocas, pelotas, plumas, entre otros.

**Resultados:** Nivel de estrés menor.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** Ninguna

#4

**Título:** Rescates y Decomisos de animales

**Objetivo:** Apoyar en el rescate o decomiso de fauna realizada por CONAP o personas particulares.

**Procedimiento:** Se recogen en el lugar encontrado o se brinda ayuda técnica, luego se realiza su ficha de ingreso y se toman los datos necesarios.

**Resultados:** Mejorar la calidad de vida de los animales para ser liberados o reintroducidos a su ambiente.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** ninguna

#5

**Título:** Elaborar fichas técnicas y reportes mensuales

**Objetivo:** Llevar un orden y correlación de los animales ingresados y egresados del establecimiento

**Procedimiento:** Se toman los datos y se ingresan a la computadora, se imprime la información y se archiva

**Resultados:** Se mantiene diario el record de movimiento de animales ingresados y egresados de ARCAS.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** Que no se encuentren las fichas o que no se llenen correctamente.

## ACTIVIDADES DE DOCENCIA

#1

**Título:** Taller de animales hechos con bandejas de duroport

**Objetivo:** Aprender a realizar los animales para ser utilizados como material didáctico en exposiciones o investigaciones

**Procedimiento:** Se consigue el material a utilizar y se recibe las clases con persona especializada

**Resultados:** Se han restaurado varias muestras que se encuentran guardadas y sirven para educación.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** El tiempo disponible de la instructora del curso.

#2

**Título:** Charlas de Educación Ambiental en Centros Educativos

**Objetivo:** Dar a conocer a los estudiantes la importancia de los animales y plantas.

**Procedimiento:** Se visitan los centros educativos brindándoles información sobre los cursos y luego se visitan los establecimientos interesados llevando a los animales y la charla de interés.

**Resultados:** Se ha conscientizado a los estudiantes acerca de la importancia de la naturaleza y los daños que le ocasionamos.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** Ninguna

#3

**Título:** Manejo de animales

**Objetivo:** Manipular a los animales

**Procedimiento:** Observar e investigar en que forma se realiza el procedimiento.

**Resultados:** No se ha tenido ningún problema con los animales

**Limitaciones o dificultades presentadas:** El estado de ánimo de los animales que a veces no permite acercarse demasiado.

## ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

### SERVICIO

#1

**Nombre de la actividad:** Liberación de animales

**Objetivos:** Liberar a los animales en lugares en los cuales se adaptaran y podrán vivir de manera normal.

**Procedimiento:** Se busca el lugar adecuado según la especie y se llevan los especímenes a dicho lugar.

**Resultados:** Se han reintroducido a su medio natural a varios tacuazines y zorro gris.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** ninguna.

#2

**Nombre de la actividad:** Crianza de 4 mapaches (*Procyon lotor*)

**Objetivos:** Criar a los mapaches hasta la edad en la cual puedan sobrevivir por sí solos.

**Procedimiento:** Se alimentan los mapaches cuatro veces al día con leche para bebés, se limpian con toallas húmedas y se lava la caja en la cual se encuentran.

**Resultados:** 3 de los cuatro mapaches se encuentran en buen estado, 1 lamentablemente murió por un paro respiratorio. Los tres se encuentran en perfecto estado y en su etapa de dentición.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** lugar en donde cargarlos, alimentación a sus horas adecuadas debido a el horario de clases.

### DOCENCIA

#1

**Nombre de la actividad:** Tratamiento de esqueletos de animales

**Objetivos:** Conocer las técnicas adecuadas para conservar esqueletos.

**Procedimiento:** Se implementaron dos métodos. Para el tratamiento de un ave (loro) se colocó dicho espécimen en cloro durante varios días para que se deshiciera la carne y plumas luego se trasladó a un recipiente más pequeño y se formó una mezcla de agua oxigenada con cloro para blanquear los huesos. Se retira rápidamente y se une el esqueleto con goma blanca. Se trato también un cráneo de mapache al cual se le retiró

la piel primero y toda la carne que fuera posible luego se hirvió en agua con detergente y por ultimo se le agregó cloro para que quedara limpio y blanco.

**Resultados:** Se trataron los cráneos que serán utilizados como material didáctico en charlas.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** ninguna.

#2

**Nombre de la actividad:** Elaboración de material para el museo del “Parque Ecológico Senderos de Alux”

**Objetivos:** Colaborar a que el parque posea material adecuado para educación de visitantes.

**Procedimiento:** El proyecto se basará en la elaboración de invertebrados por medio de material reciclable y duroport así como con carteles. Para lo cual se busca la información, se imprime y presenta.

**Resultados:** pendiente

**Limitaciones o dificultades:** Falta de material y fondos para impresión.

#3

**Nombre de la actividad:** Transcripción de resúmenes para revista científica de alumnos de EDC 2006.

**Objetivos:** Colaborar para que se realice la revista científica del programa de EDC

**Procedimiento:** Se transcribieron en el programa Word todos los resúmenes de los alumnos que realizaron su EDC en el año 2006.

**Resultados:** Se terminó el trabajo

**Limitaciones o dificultades:** Ninguno

#4

**Nombre de la actividad:** Asistencia al XI Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

**Objetivos:** Conocer mas sobre la carrera de biología en otros países.

Aprender sobre temas a tratar en el congreso

Realizar contactos para futuros proyectos

Obtener conocimientos nuevos

**Procedimiento:** Se viajó a México durante 7 días para recibir las charlas impartidas en el Congreso

**Resultados:** Se tiene más conocimiento acerca de mamíferos y proyectos que se están llevando a cabo.

**Limitaciones o dificultades:** Financiamiento para asistir.

### ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

“Efecto enraizador del extracto de hojas de *Kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de *Prunus persica* (L) Batsch, *Prunus salicina* Lindl y *Ficus carica* L.”

#1

**Nombre de la Actividad:** Elaboración del protocolo

**Objetivos:** Recopilar toda la información necesaria para realizar la investigación

Determinar el lugar en el cual se realizará la investigación

**Procedimiento:** Se buscó información acerca del tema a investigar y se presentó al asesor la información para revisión.

**Resultados:** el protocolo fue aceptado.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** La investigación es pionera en el tema por lo cual no se posee mucha información sobre esta aplicada en nuestro país.

**#2**

**Nombre de la Actividad:** Actividades del laboratorio

**Objetivos:** Colocar los tratamientos ha realizar en el lugar adecuado  
Observar el proceso y desarrollo del experimento

**Procedimiento:** Se cortan los esquejes y se realizan los tratamientos según se ejemplifica en la metodología de la investigación al pasar 25 días se revisan para determinar el resultado.

**Resultados:** Se obtuvieron los datos necesarios para realizar la discusión de resultados y observar los cambios que los tratamientos tuvieron.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** ninguna

**#3**

**Nombre de la Actividad:** Informe final

**Objetivos:** Realizar el informe final

**Procedimiento:** Se tabuló toda la información obtenida de los tratamientos y se analizó con ayuda del asesor de investigación.

**Resultados:** Se realizó el informe de la investigación.

**Limitaciones o dificultades presentadas:** Información bibliográfica

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alquijay, B & Enríquez, E. 2007. Guía para Elaborar Informe Final de Docencia y Servicio de EDC Integrado. Carrera Biología. USAC. Guatemala. 04pp.

## ANEXOS

1. Carta de Recomendación de la Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre (ARCAS)
2. Hoja de Evaluación Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre (ARCAS)
3. Informe de Actividades Prácticas de Herbario USCG CECON-USAC
4. Reconocimiento de Participación al Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación Capítulo México realizado del 26 al 30 de noviembre de 2007 en Oaxtepec, Morelos, México.











UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE LA PRÁCTICA DE EDC  
“EFECTO ENRAIZADOR DEL EXTRACTO DE HOJAS DE *KALANCHOE*  
*PUMILA* BAKER (CRASSULACEAE) SOBRE ESQUEJES DE *PRUNUS PERSICA*  
(L.) BATSCH, *PRUNUS SALICINA* LINDL Y *FICUS CARICA* L.”  
ENERO 2007-ENERO 2008

ILIANA MARIA CANO DE PAZ 200210648  
SUPERVISOR EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY  
SUPERVISOR INVESTIGACIÓN: LIC. PEDRO PARDO

11

## RESUMEN

“Efecto enraizador del extracto de hojas de *Kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl. y *Ficus carica* L.”

Br. Iliana María Cano De Paz  
ilianam5c@yahoo.com

Se estudió el efecto enraizador del extracto de hojas *Kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl. y *Ficus carica* L. Se deseaba evaluar el efecto del extracto sobre los esquejes así como estimar el porcentaje de enraizamiento en las distintas especies y determinar la efectividad de este mediante la presencia u ausencia de raíces. Debido a que en nuestro país es utilizado empíricamente en fincas, en las cuales cultivan higos para exportación y dicho extracto es utilizado para enraizar las plantaciones por ser de menor costo y orgánico. Para esto se colocaron esquejes de 10 centímetros de las especies ha estudiar en un sustrato compuesto de Sphagnum colocandoles el enraizador a base de extracto de hojas de *kalanchoe pumila* Baker, enraizador sintético (Rootex-30) como tratamiento de comparación y un tratamiento control al cual no se le aplicó ningún tipo de químico o sustancia para incrementar el enraizamiento.

Los tratamientos fueron evaluados a los 25 días de su siembra observando un crecimiento con distribución no simétrico por lo cual se realizaron pruebas no paramétricas para verificar dicho crecimiento. Por lo cual se determinó que al comparar dichos tratamientos el extracto orgánico es ligeramente más efectivo como enraizador que el tratamiento sintético. El higo presentó el mayor número de raíces con el tratamiento de extracto de hojas de *kalanchoe pumila* Baker en comparación con las otras especies estudiadas.

Se concluye que no se observa diferencia marcada del efecto enraizador orgánico sobre los esquejes utilizados presentando un efecto enraizador similar. Se recomienda aumentar el tamaño de la muestra para futuras pruebas con este método de enraizamiento así como realizar pruebas fisicoquímicas al extracto de *kalanchoe pumila* Baker para determinar la cantidad de hormonas presentes que produzcan enraizamiento y efectuar pruebas a diferentes concentraciones para observar posibles cambios.

Lic. Pedro Pardo  
Asesor Investigación

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo de las plantas se encuentra controlado por la acción de hormonas reguladoras del crecimiento (Azcón-Bieto, 2000) Estas hormonas o sustancias incluyen compuestos orgánicos como las giberelinas y auxinas sintetizados por las plantas y otros sintetizados artificialmente. Estas sustancias juegan un papel muy importante en el cultivo de plantas por medio de esquejes (La Rue, 1941; Mogollón & Ojeda). Se ha observado en el campo el uso de enraizadores naturales de forma empírica (Pérez, 2007) por lo que este trabajo evaluó el efecto enraizador del extracto de hojas de *kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl y *Ficus carica* L. por ser estas especies agrícolas que sirven como alimento y se comercializan en nuestro país (Castillo, 2006; De León, 2004). Este tratamiento se comparó con un enraizador químico para observar de que manera se comporta el enraizador natural y su eficiencia. Se calculó el porcentaje de enraizamiento de cada especie (Rodríguez & Hechevarria, 2004) A los datos obtenidos se les aplicó pruebas estadísticas como: prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, prueba de signos y se utilizó una prueba de jerarquía signada de Wilcoxon que compara la media de dos muestras relacionadas para determinar si existen diferencias entre ellas. (Daniel, 2002).

Se concluyó que los tres tratamientos no presentaron una distribución normal. La única especie que presentó mayor enraizamiento con el extracto natural fue la ciruela. El higo tuvo el mayor grado de enraizamiento con el extracto del enraizador natural. Se recomienda aumentar el número de muestras para comprobar el efecto enraizador.

## ANTECEDENTES

### **Descripción *Kalanchoe pumila* Baker.**

Planta erecta, frecuentemente de grande, hierba perenne usualmente con tallos ramificados, hojas muy gruesas y suculentas, opuestas, simples o pinnadas; 4 sépalos unidos formando un cáliz inflado, corola subcampanulada a urceolada, limbo 4 lobado, lóbulos dispersos; 8 estambres, en dos series, adnados hasta el tubo de la corola, filamentos filiformes; disco conteniendo cuatro glándulas oblongas; ovario con 4 carpelos, separados o parcialmente unidos; óvulos numerosos; fruto compuesto por 4 folículos. (Standley & Steyermark, 1946)

Existen cerca de 20 especies en el mundo, nativas de Madagascar. Una de ellas cultivada y naturalizada en varias regiones del trópico de la tierra. (Standley & Steyermark, 1946) En Guatemala se encuentran introducidas y crecen característicamente en grietas de paredes y terrenos descuidados.

### **Descripción Familia Rosaceae**

Es una familia que incluye géneros con características muy heterogéneas, sin embargo, la característica común más importante es la presencia de un receptáculo floral-o

tálamo-muy desarrollado, que varía desde una forma plana, pasando por convexa hasta de forma cóncava. (wikipedia, 2007)

Poseen tallos leñosos, semileñosos. Hábito: árboles, arbustos o hierbas perennes por rizomas o anuales. Hojas simples o compuestas (paripinnadas o imparipinnadas) casi siempre alternas y estipuladas, rara vez opuestas, con borde aserrado o dentado característico. Presencia frecuente de modificaciones: espinas, estípulas y aguijones, rara vez ausentes (Spirae). Flores normalmente hermafroditas, actinomorfas (a veces zigomorfas, por diferenciación de los sépalos en las plantas europeas, o también de los pétalos en las tropicales); períginas, epíginas o hipóginas; a menudo con un hipando bien desarrollado; cáliz con 5 sépalos, a veces con epicalix; corola generalmente con 5 pétalos libres, tetramera en Sanguisorba; androceo variable, con 4-4-5 estambres y más frecuentemente diplostémono o polistémono; gineceo variable, con 1 a muchos carpelos, libres o soldados estilos generalmente libres. Flores solitarias o en inflorescencias variadas (racimos, espigas y corimbos). Frutos muy variables (aquenio, poliaquenio con receptáculo abombado (eterio) o cóncavo (cinorrodon), drupa, polidrupa (sorsosis), folículo (pomo); semillas pequeñas, sin endospermo (las sustancias de reserva en los cotiledones). (wikipedia, 2007)

Es una de las familias de plantas más importantes, por número (casi 3000), su importancia económica y su amplia distribución (cosmopolita). La familia Rosaceae incluye la mayor parte de las especies de frutas de consumo masivo: manzana, pera, membrillo, melocotón o durazno, ciruela, cereza, fresa, almendra, etc. También incluye muchas especies ornamentales, principalmente, las rosas, flores por excelencia con importancia para la jardinería y la industria de perfumería (Wikipedia, 2007)

La familia de las rosaceas es grande, con unos 100 géneros, en los que se reparten alrededor de 3000 especies, cuya distribución es casi mundial, originarias sobre todo de las regiones templadas y subtropicales del hemisferio boreal. Los géneros más numerosos son: *Potentilla* (300 especies), *Prunus* (200 especies), *Rosa* (100 especies) y *Spirea* (100 especies) (Wikipedia, 2007).

### **Descripción Género Prunus**

Género de árboles y arbustos, que incluye varias especies cultivadas por sus frutos, como el ciruelo, durazno, entre otros. Posee floración a comienzos de primavera, caracterizado por presentar brotes axilares solitarios, drupas marcadas por una depresión a uno de los lados y varinas de las semillas rugosas (Wikipedia, 2007)

### **Descripción Familia Moraceae**

Familia que incluyen grandes árboles, arbustos e incluso algunas hierbas y plantas que crecen como epífitas. Todas las especies tienen tubos laticíferos en el interior de sus órganos, con abundante látex blanco. Son dioicas o monoicas. Las hojas son por lo general alternas, simples, enteras, dentadas o lobuladas, glabras o pubescentes, coriáceas o papiráceas, pecioladas, con estípulas libres o soldadas, persistentes o caducas. Las flores presentan un perigonio con 4-5 tépalos soldados, a veces ausentes. Las flores masculinas tienen estambres iostémonos, opuestos a los sépalos; anteras con

dos tecas, con dehiscencia longitudinal; las femeninas, presentan ovario súpero, 1-2 carpelar, uniovulado, con el estilo bífido. Las inflorescencias son solitarias o agrupadas en espigas condensadas, espiciformes, glomeruliformes, o también flores agrupadas sobre receptáculos carnosos muy desarrollados, discordes, crateriformes (cenantos) o urceolazos, como los síconos. (Macaya-Berti, 2007)

Familia de plantas, principalmente de zonas tropicales. Comprenden alrededor de 60 géneros y más de 1500 especies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Solo el género *Ficus* incluye aproximadamente unas 1000 especies originarias de las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. (Macaya-Berti, 2007)

### **Descripción *Ficus carica* L.**

Árbol muy ramificado, de 5-6 m de altura, copa acampanada, corteza lisa plateada.. Hojas caducas, largamente pecioladas, alternas, coriáceas, 3-7- palmatilobadas, de 15-25 cm de diámetro, margen crenado; la haz glabra y el envés, hispido; estípulas glabras. Síconos solitarios y axilares, piriformes, violáceos, muy oscuros al madurar, de 5-8 cm de longitud. Produce frutos en dos épocas del año. Los síconos que maduran a fines de primavera y principio del verano, en madera del año anterior se denominan “brevas”, e “higos”, aquellos que se desarrollan en madera del año y maduran a fines de verano-otoño. (Macaya-Berti, 2007)

### **Descripción de Hormonas**

#### ***Auxinas:***

Las plantas superiores pueden considerarse estructuras pluricelulares complejas caracterizadas por su inmovilidad y por su autotrofia para el carbono. Esto significa que poseen un entorno limitado para la captación de nutrientes que, por lo general, se encuentran en concentraciones muy bajas, tanto en la atmósfera como en la disolución del suelo. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

Con el fin de soslayar este impedimento las plantas desarrollan una estructura dendrítica (ramas, hojas, raíces con pelos radicales) que favorece su contacto superficial con el medio. El soporte para tal estructura consiste en el relleno con agua de las vacuolas de las células, lo que reduce su compresibilidad para formar, así, un sistema hidráulico que mantiene el conjunto desplegado y erecto. Las células se dotan, además, de unas paredes celulares construidas con materiales relativamente económicos, procedentes de la asimilación autotrófica del carbono (celulosa, hemicelulosas y pectinas), que aportan rigidez al sistema. La adición de lignina completa el refuerzo necesario. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

Sin embargo, la eficacia mostrada por esta estructura para la captación de luz, agua y nutrientes se ve contrarrestada por el aislamiento que impone a las células individuales. Estas, rodeadas por materiales aislantes, no pueden transmitir impulsos eléctricos a



través de sus membranas. Por eso, la transmisión de información es mucho más difusa que en las células animales. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

Por tanto, el control del medio interno en las plantas se lleva a cabo mediante sustancias químicas que portan la información en sus estructuras moleculares. El hecho de que la transmisión de estas señales se tenga que realizar mediante difusión pasiva o facilitada por algún sistema de transporte masivo (xilema o floemas) implica una lentitud en los procesos de correlación. Por ello, los cambios morfogenéticos y de comportamiento se confunden a veces en las plantas y las correlaciones espaciales pueden llegar a ser más importantes que las temporales. Así es como destacan en las plantas fenómenos como: polaridad, simetría, tropismos, etc. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

Una vez conocida la existencia de sustancias estimuladoras en las plantas, se iniciaron los trabajos para aislar e identificar químicamente los compuestos. Tras varios intentos, entre 1934 y 1935, dos grupos de investigadores (Kogl, Haagen-Smit y Erxleben, partiendo de orina humana y K.V. Timan, usando extractos de cultivos del hongo *Rhizopus suinus*) consiguieron obtener una sustancia a la que se denominó “auxina” (del griego: hacer crecer, incrementar) y cuya estructura química resultó ser la del ácido indolil-3-acético, comúnmente llamado ácido indolacético o AIA. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

La presencia de AIA endógeno en las plantas se comprobó después, en 1946, al analizar el endospermo inmaduro de semillas de maíz. Desde entonces se ha detectado y cuantificado en otros muchos materiales vegetales. El conocimiento de una estructura química capaz de alterar el crecimiento de las plantas (plant growth regulador) introduce nuevos enfoques agronómicos a final de los años cuarenta y durante los cincuenta. Así surge el concepto de “modificación química de las plantas” y se inicia la carrera para buscar nuevas estructuras. También se acuñan nuevos vocablos para designar estas sustancias que, a bajas concentraciones (<1mM) afectaban al desarrollo de las plantas, modificando algunos de sus procesos fisiológicos. Así, una fitohormona sería un producto de origen natural, endógeno en las plantas, mientras que un fitorregulador podría ser tanto una sustancia natural como una sintética, aunque ambas desempeñarían funciones similares. Alguno de estos fitorreguladores, a concentraciones alta, podría tener un carácter letal para la planta y entonces pasaría a la categoría de herbicida. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

El compuesto natural que se acepta como auxina es el AIA, distribuido ampliamente por todo el reino vegetal. Junto a él, también se aceptan como auxinas naturales el ácido fenilacético (detectado en tallos de tomate y girasol), algunos cloro-indoles (en guisante) y recientemente, el ácido indolbutírico. (Paniagua Et. Al., 2002).

En cuanto a las auxinas sintéticas, las hay de naturaleza química muy diversa: ácidos indólicos, ácidos natalénicos, clorofenoxiácidos y derivados de los ácidos benzoico y picolínico. Tienen además, interés las llamadas antiauxinas (como el ácido p-clorofenoxi-isobutírico) que, por su analogía estructural y carencia de efecto fisiológico, pueden inhibir la acción de las auxinas. (Paniagua Et. Al., 2002)

### **Actividad de las Auxinas:**

Las respuestas que se producen tras la aplicación de auxinas a las plantas dependen de la concentración de hormona así como del tipo de órgano tratado. (Azcón-Bieto & Talón, 2000) Por ejemplo, el crecimiento del tallo aumenta con la concentración de auxina hasta alcanzar una respuesta máxima para una concentración próxima a  $10^{-5}$  M. Concentraciones supraóptimas reducen el crecimiento hasta inhibirlo, llegando a producir, incluso, la muerte de la planta. Resultados similares se observan cuando se estudia el crecimiento de yemas y raíces en los que la máxima respuesta se consigue a concentraciones  $10^{-8}$  y  $10^{-10}$  M, respectivamente. (Azcón-Bieto & Talón 2000)

### **Metabolismo:**

La información disponible indica que los ápices de coleótilos, los tallos y hojas jóvenes, el cambium y las semillas en desarrollo son, en general, los lugares más importantes de biosíntesis de auxinas. No obstante, se ha demostrado que otros órganos como las hojas adultas, también pueden sintetizar AIA. Aunque las raíces contienen AIA, se ha cuestionado su capacidad para sintetizarlo y se considera que la mayor parte procede del tallo. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

### **Transporte:**

Una de las características esenciales de las hormonas es la capacidad para desplazarse desde su lugar de biosíntesis hasta otras partes de la planta donde ejercen su acción. No obstante, las hormonas vegetales, a diferencia de las animales, también pueden ejercer una acción local en las mismas células donde se produce su biosíntesis. Esta biosíntesis puede ser estimulada por factores ambientales que, de esta forma, actúan como señal moduladora del desarrollo. Todas las hormonas vegetales pueden recorrer distancias cortas (entre células próximas) por difusión y llegar a los diferentes órganos a través de los tejidos vasculares. El AIA, además puede ser transportado por células no vasculares, como las células del cambium y células parcialmente diferenciadas asociadas al floema, mediante un proceso diferente que se denomina transporte polar. (Paniagua Et. Al., 2002)

### **Efectos Fisiológicos:**

Las auxinas están implicadas en muchos procesos del desarrollo vegetal porque afectan a la división, crecimiento y diferenciación de las células. En general, la acción de las auxinas no es aislada y otras hormonas como etileno, giberelinas y citoquininas también influyen. Desde su descubrimiento, el efecto producido por las auxinas en el crecimiento ha sido objeto de numerosos estudios. La respuesta a nivel celular, alargamiento o elongación de las células inducido por auxinas, ha permitido proponer una hipótesis para el mecanismo de acción. Además de la acción sobre el crecimiento, las auxinas influyen de forma decisiva en procesos como la división celular del cambium, la diferenciación vascular, la formación de raíces adventicias, la dominancia apical y el desarrollo de frutos. (Paniagua Et. Al., 2002) En muchos casos el enraizamiento, es decir, la formación de raíces adventicias en base del esqueje, es un proceso espontáneo, mientras que en especies recalcitrantes se ha comprobado que la aplicación de AIA y auxinas sintéticas como IBA y NAA estimula el enraizamiento. La formación de raíces adventicias en esquejes es un proceso complejo que consta de, al menos, dos etapas: la formación de primordios de raíz a partir de ciertas células susceptibles y el crecimiento de las raíces. Ambas etapas requieren auxina, aunque las necesidades de cada una son diferentes y dependen de la especie. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

### **Aplicaciones Comerciales:**

Las auxinas, utilizadas como fitorreguladores, tienen numerosas aplicaciones comerciales, tanto agronómicas como biotecnológicas. En general, los fitorreguladores sintéticos constituyen, dentro de los agroquímicos, un grupo de sustancias que, añadidas en muy bajas cantidades, modifican las pautas normales de desarrollo de las plantas y pueden ayudar a incrementar la productividad, mejorar la calidad del cultivo, facilitar la recolección, etc. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

Los fitorreguladores auxínicos sintéticos fueron utilizados al principio como herbicidas debido a su estabilidad, ya que son muy resistentes a la oxidación por la luz, enzimas u otros agentes. Actualmente se comercializan en diversas formulaciones atendiendo a un amplio abanico de posibilidades de empleo, según las situaciones agrícolas, los tipos de cultivo y las formas de aplicación que existen. Los fitorreguladores, sus aplicaciones, dosificación y precauciones suelen venir recogidos en catálogos, vademecums y guías de productos agroquímicos. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

### **Giberelinas:**

Las giberelinas (GAs) son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo en los vegetales superiores. Este grupo de hormonas fue descubierto por azar por fitopatólogos japoneses que estudiaban en el arroz una enfermedad conocida como *bakanae* (planta loca), causada por el hongo *Gibberella fujijuroi*. El ataque del hongo produce en esta especie un crecimiento excesivo de los tallos y brotes. Posteriormente, en 1955, se aisló a partir del filtrado segregado por el hongo el compuesto inductor del crecimiento del tallo, que se denominó ácido giberélico. Unos pocos años después, se comprobó que las plantas también poseen compuestos con estructuras muy semejantes al ácido giberélico. Desde entonces se han aislado y caracterizado hasta 121 GAs, la mayoría de ellas a partir de vegetales superiores y el resto a partir de *Gibberella*. (Curtis, 2005)

Los estudios de aplicaciones exógenas a las plantas y las investigaciones con plantas mutantes deficientes en GAs, nos indican que las giberelinas son reguladores esenciales del desarrollo. Las GAs son, por tanto, fitohormonas u hormonas nativas en las plantas que afectan, regulan o modulan un amplio abanico de respuestas del crecimiento. Los efectos más evidentes se observan en la germinación de semillas, la estimulación del crecimiento del tallo, la inducción de la partenocarpia o la liberación de enzimas hidrolíticas. La elongación del tallo, en general, es una respuesta muy acusada, incluso espectacular en las plantas que crecen en “roseta” y en algunas variedades que muestran enanismo genético. (Curtis, 2005)

### **Actividad de las Giberelinas:**

La mayoría de giberelinas pertenecientes a esta vasta familia de compuestos no posee capacidad per se para regular el desarrollo de las plantas. De hecho, casi todas las giberelinas son precursores o productos inactivados, laterales o finales, de las rutas que sintetizan las GAs activas. La capacidad individual de cada giberelina para modificar el crecimiento o su actividad biológica, se determinó en la década de los setenta mediante ensayos biológicos, denominados bioensayos. En los bioensayos biológicos se determina la respuesta de una determinada GA en un proceso fisiológico dado. Muchos bioensayos se basan en la capacidad de las GAs para inducir la elongación de los hipocótilos, coleótilos o tallitos y vainas de las hojas de plántulas de variedades enanas

de arroz, lechuga, maíz o guisante, por ejemplo. En este tipo de pruebas se añade la giberelina, o un extracto vegetal del cual se desconoce si posee GA, a los ápices de las plántulas y se observa a los pocos días si se produce el crecimiento del órgano. Si la respuesta es positiva, se deduce que la giberelina es una GA activa o uno de sus precursores. En otros bioensayos se estudian diferentes respuestas que también producen las GAs, como la estimulación de la secreción y liberación de alfa-amilasa en la capa de aleurona de las semillas de los cereales o en retraso de la senescencia en la hoja de *Rumex*. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

### **Metabolismo:**

La biosíntesis de giberelinas se inicia con la formación de kaureno y finaliza, mediante reacciones sucesivas de oxidación, con la interconversión de las distintas giberelinas. (Curtis, 2005)

### **Efectos Fisiológicos:**

Las giberelinas producen o modulan durante el desarrollo de las plantas un amplio y variado abanico de respuestas. Estas respuestas afectan tanto a la regulación del crecimiento vegetativo como al desarrollo reproductivo. Las GAs son los factores hormonales determinantes en el control de la elongación del tallo, y en algunas plantas pueden causar la reversión de la fase de adulto a la fase juvenil. Las GAs también modifican sustancialmente los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción de la floración, en el crecimiento y producción de flores, y en el cuajado y desarrollo de los frutos. Las GAs, asimismo, sustituyen los requerimiento de luz o frío que precisan muchas semillas para germinar y en los cereales, regulan la hidrólisis de las sustancias de reserva de las semillas. (Azcón-Bieto & Talón, 2000). Las giberelinas estimulan la germinación de numerosas especies y en los cereales coordinan la movilización de reservas que sustenta el crecimiento inicial de las plántulas. (Flores-Vindas, 1999).

### **Aplicaciones Comerciales:**

La giberelina disponible comercialmente es el ácido giberélico o GA<sub>3</sub>, que se obtiene por fermentación de los extractos del hongo *Gibberella*. Las aplicaciones de GAs se utilizan en la producción de uva sin semillas y en la de manzanas, para aumentar el tamaño y la calidad de las mismas, mientras que en los cítricos autoincompatibles incrementan el cuajado del fruto. En general, las GAs son capaces de estimular el cuajado de especies que contienen un número reducido de óvulos, como el melocotón, el albaricoque o la cereza. En los cítricos, el cambio de coloración de verde a naranja se retrasa con GAs, un tratamiento que además previene diversas alteraciones de la corteza. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

Las GAs se utilizan para estimular el desarrollo del tallo en la caña de azúcar y en la alcachofa, y del petiolo en el apio. El incremento y adelanto en la producción de malta a partir de los granos de cebada también es una aplicación comercial de estos compuestos. Las GAs se usa, asimismo, para romper la latencia de tubérculos de patata, o como inductores de la germinación del arroz y de variedades enanas. En la mejora vegetal de gimnospermas, se utilizan para inducir floración precoz y en calabaza, para incrementar la proporción de flores masculinas. Los inhibidores de la síntesis de GAs, o retardadores del desarrollo, como el paclobutrazol, se utilizan en floricultura para reducir el desarrollo de especies como crisantemos o poinsetias, mientras que en los

cereales se pretende evitar el “encamado” y en las especies frutales, el crecimiento excesivo del árbol. (Azcón-Bieto & Talón, 2000)

### **Estudios Realizados:**

Según Tanimoto 2005, las auxinas y giberelinas son reguladores del crecimiento muy fuertes para órganos aéreos y los niveles endógenos de estas hormonas regulan cuantitativamente el crecimiento como aceleradores. Las auxinas trabajan como desacelerador del crecimiento de la raíz, en contraste, las giberelinas no regulan el crecimiento de la raíz de una manera tan dependiente de la concentración como lo encontrado en las auxinas debido a que los niveles de giberelinas estimados están cerca del nivel de saturación.

Xiangdong Fu & Nicholas Harbord 2003 proponen, que el crecimiento de los órganos de las plantas se encuentra influenciado por una corriente de fitohormonas conocidas como auxinas que fluyen desde el ápice a la punta de la raíz. Sin embargo, hasta el momento no se sabe como las auxinas regulan la proliferación de las células y el alargamiento que caracteriza el crecimiento de órganos. En el estudio se observa que las auxinas controlan el crecimiento de las raíces modulando las respuestas celulares a las fitohormonas giberelinas.

Page Morgan & James Durham concluyen que se ha realizado un progreso rápido en la tecnología para aislar y analizar las auxinas de plantas. En su trabajo publican que el investigador ahora tiene varias opciones para cada fase del proceso incluyendo extracción, purificación, identificación y ensayos. Se debe prestar más atención cuando se realizan ensayos de auxinas y conjugados de auxinas conocidas con técnicas físicoquímicas, las cuales tienen ventajas de sensibilidad, reproducibilidad y la habilidad de no mezclarse con inhibidores de crecimiento. Ya que varias circunstancias pueden diferir entre especies, tejidos y laboratorios los investigadores deben desarrollar la extracción, purificación y los procedimientos de ensayos adecuados a su situación. Se acepta actualmente la aplicación de métodos como GC-MS y GC-MS-SICM.

Norca Mogollón & Maritza Ojeda evaluaron el efecto del ácido giberélico y del 24-epibrasinolido (Biocrece) inmerso vegetativo y reproductivo de *Spathiphyllum sp.* “Petite”. En el crecimiento vegetativo sólo detectaron diferencias significativas en el número de hojas por planta y el área foliar, siendo superiores en todas las dosis de Biocrece. Esta misma tendencia fue observada para la masa fresca y seca aérea y de raíces. A los 80 días, el único tratamiento que alcanzó el 100% de floración fue el ácido giberélico. La longitud del pedúnculo floral, la longitud y ancho de la espata fueron similares en todos los tratamientos. Adicionalmente evaluaron la calidad de inflorescencia y observaron una deformación de la espata en algunas plantas tratadas con ácido giberélico. El Biocrece tuvo mayor efecto sobre el crecimiento vegetativo y tiempo de floración, mientras que el ácido giberélico sobre el porcentaje de floración y calidad de la inflorescencia.

### **Agricultura Orgánica:**

La agricultura orgánica fue introducida a principios de 1900. Es un sistema de administración y producción holística que promueve y realza la salud agro-ecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo.

Enfatiza el uso de las normas administrativas en preferencia al uso de aviso fuera de la granja, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren sistemas adaptados para la localidad. Esta se logra usando, donde sea posible, de los métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraste del uso de materiales sintéticos, para cumplir con las funciones específicas dentro del sistema. (Sligh & Christman, 2003)

Según la definición de la Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM), “ La agricultura orgánica es un sistema de agricultura que promueve la producción ambientalmente, socialmente, y económicamente sólida de la alimentación, la fibra, la madera, etc. En este sistema, la fertilidad de la tierra está considerada como la clave de la producción exitosa. Trabajando con las propiedades naturales de las plantas, los animales, y el terreno, los granjeros orgánicos aspiran a optimizar la calidad en todos los aspectos de la agricultura y del medio ambiente.” (Sligh & Christman, 2003)

Para que los productos lleven la etiqueta de orgánico, deben estar certificados actualmente por una organización de tercer partido como ser producidos de acuerdo a normas específicas. Las normas de la certificación han sido formados con el tiempo y alrededor del mundo por centenares de organizaciones de certificación, los grupos de agricultores, las empresas del comercio, organizaciones no gubernamentales, y, más recientemente, por los gobiernos nacionales. La situación es compleja, pero los esfuerzos están progresando para armonizar las regulaciones como una vía para aumentar el crecimiento actual del mercado orgánico y del comercio más eficaz. El reto es aumentar la armonización y a la vez respetar las variaciones regionales legítimas y para reducir los costos múltiples de la acreditación y certificación y los requisitos que puedan bloquear el acceso al comercio. (Sligh & Christman, 2003)

El aumento dramático del mercado de la alimentación orgánica está frecuentemente considerada como una tendencia limitada al mundo en desarrollo, donde el consumo de la alimentación orgánica ha dejado atrás a la producción. Sin embargo, actualmente la producción orgánica ha vuelto a ser una práctica verdaderamente global, encontrada en casi todos los países del mundo. (Sligh & Christman, 2003)

Hay millones de hectáreas en la producción orgánica y también un porcentaje creciendo de las tierras y granjas que están produciendo los materiales orgánicos. Según IFOAM, “el movimiento orgánico mundial ha progresado más allá de una producción de “nicho” y una situación del mercado. Por lo tanto, el crecimiento adicional y una extensión de redes y asociaciones son esenciales.” (Sligh & Christman, 2003)

El crecimiento ha sido posible debido al valor asociado con el término “orgánico”. La percepción que la alimentación orgánica tiene una integridad especial están actualmente compartida entre una comunidad grande y diversa, de los granjeros minifundistas en África y Latinoamérica hasta los ejecutivos de las empresas de alimentación más grandes del mundo. La cuestión en debate hoy en día es como proteger y extender el valor de la alimentación orgánica. Es especialmente importante considerar si el valor está situado en una estructura agrícola estrecha o si podría ser basado en una “estructura ideológica como buena para la tierra, el agua, los animales, los obreros, los granjeros, los consumidores, y sus comunidades” (Sligh & Christman, 2003)

## **Técnicas de Propagación por Esquejes:**

La obtención de esquejes constituye uno de los métodos más comunes de propagación de los árboles, pues suele ser simple y proporciona material nuevo con bastante rapidez. (Toogood, 2000) En la propagación por esquejes se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja. Luego, esa porción se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniendo con ello una planta nueva, independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre. (Hartman & Kester, 1992)

### **Tipos de Esquejes:**

Los esquejes se hacen de partes vegetativas de las plantas, como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), hojas o raíces. A los esquejes se les puede clasificar de acuerdo con la parte de la planta de que proceden:

- a. Esquejes de tallo:  
Se dividen en cuatro grupos: madera dura, madera semidura, madera y herbáceas.
- b. Esquejes de hojas
- c. Esquejes con hoja y yema
- d. Esquejes de raíz (Hartman & Kester, 1992)

En la propagación por esquejes las plantas madres deben poseer las siguientes características: Estar libres de enfermedades de plagas, encontrarse en estado fisiológico adecuado. (Hartman & Kester, 1992)

Los esquejes de muchas especies de plantas enraizan con facilidad en una gran diversidad de medios. Por ejemplo: suelo, arena, musgo turboso, musgo esfagnoneo desmenuzado, vermiculita, perlita, piedra pómez, bloques de material sintético y agua. La combinación de algunos de los materiales con frecuencia dan mejores resultados que el empleo de cualquiera de ellos solos. (Hartman & Kester, 1992)

En la propagación por esquejes usualmente se utilizan reguladores de crecimiento como hormonas vegetales, las cuales tienen como objeto el aumentar el porcentaje de esquejes que formen raíces, acelerando la iniciación de ellas, aumentando el número y la calidad de las raíces producidas por los esquejes y la uniformidad del enraizamiento. (Hartman & Kester, 1992)

### **Efecto de Lesiones en Plantas:**

En los esquejes de tallo se puede estimular la producción de raíces lesionando su base. Se pueden producir arrancando las ramas laterales de la parte inferior del esqueje. También puede bastar hacer con la punta de una navaja afilada un corte de 2.5 a 5 cm a cada lado del esqueje, que pase por la corteza y llegue a la madera. Una lesión mayor se produce con un instrumento que lleva hojas de afeitar, el cual consiste de cuatro navajas de un solo filo, soldados en su lomo, lográndose hacer en una sola operación cuatro cortes simultáneos. (Hartman & Kester, 1992)

Para obtener el mayor beneficio, después de lesionados los esquejes se deben tratar con alguno de los compuestos que estimulan el enraizamiento, ya sea preparada en talco o solución concentrada, haciendo que el material penetre en la herida. (Hartman & Kester, 1992)

Según estudios realizados por LaRue la especie de Crassulaceae *Kalanchoe tubiflorae* y el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tienen increíbles resultados en la formación de raíces gracias a su poder de regeneración de plantas por contener extractos que se presume contienen hormonas para lesiones. Los extractos los realizó de acuerdo al método de Bonner. Expone que las lesiones y el tratamiento con hormonas para lesiones incrementa el total de raíces producidas. Según sus resultados al lesionar plantas usualmente se obtiene el doble de raíces al igual que tratarlas con hormonas. (LaRue, 1941)

## JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de las plantas, tanto en el aspecto del crecimiento como en la diferenciación se encuentra controlado por la acción de sustancias reguladoras del crecimiento, las cuales juegan un papel muy importante en el cultivo de plantas.

Se ha observado el uso de esta técnica de forma empírica en la agricultura rural nacional (Pérez, 2007) Además, existe una falta de estudios que comprueben este método. Por lo cual, es importante fundamentar científicamente dicha práctica como ejemplo de agricultura orgánica.

Este trabajo pretende demostrar la presencia de efectos estimulantes del crecimiento de raíces adventicias y su posible actividad auxínica y giberelínica por el uso extracto acuoso de *Kalanchoe pumila* Baker mediante el cultivo de explantes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus Salicina* Lindl y *Ficus carica* L. y así poder fundamentar el uso de este extracto natural como enraizador en la agricultura orgánica para la propagación por esquejes.

## OBJETIVOS

### Generales

- Evaluar el efecto enraizador del extracto de hojas de *Kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl. y *Ficus carica* L.

### Específicos

- Estimar el porcentaje de enraizamiento por medio de la aplicación del extracto de *Kalanchoe pumila* Baker en las distintas especies estudiadas.
- Determinar la efectividad del extracto de *Kalanchoe pumila* Baker en las distintas especies estudiada por medio de la presencia o ausencia de las raíces.



## HIPÓTESIS

“El tratamiento de esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl. Y *Ficus carica* L. con extracto de hojas de *Kalanchoe pumila* Baker promueve el crecimiento de raíces adventicias.”

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

- 10 hojas de *Kalanchoe pumila* Baker
- Probeta
- 10 esquejes o explantes de 10 cm. de largo de las especies: *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl. y *Ficus carica* L.
- Bolsas de plástico pequeñas
- Sustrato de germinación de Peat moss
- Pesa
- Cuchillas
- Agua destilada
- Mortero y pistilo
- Espátula
- Enraizador Rootex-30

### Metodología

#### Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar.

#### Tratamientos

Esqueje de durazno, Esqueje de higo, Esqueje de Ciruela con enraizador químico Rootex, enraizador natural de *Kalanchoe pumila* Baker y control.

#### Unidad Experimental

30 unidades experimentales con tres tratamientos cada una y diez repeticiones por tratamiento.

#### Descripción de metodología utilizada

Se estudió el efecto de extracto de *Kalanchoe pumila* Baker (Crassulaceae) sobre esquejes de tres especies vegetales: *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl y *Ficus carica* L. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado que consistió en tres tratamientos con 10 repeticiones cada uno.

El método utilizado consistió en cortar esquejes de diámetros diferentes de ramas de 10 cm. de largo aproximadamente. Los esquejes se tomaron de ramas de diferentes árboles. Se plantaron en un sustrato (Peat Moss) como medio de cultivo que consiste en

Canadian Sphagnum al 70%, perlita y vermiculita en diferentes cantidades. Colocando 5 esquejes en fila por tratamiento. (Monzon, R. & Glen, E.P. 1993)

Para la inducción del enraizamiento se utilizó Rootex-30 como enraizador químico al 0.1 %. (1 mg de ingrediente activo \* Kg peso del esqueje). Como inductor orgánico se utilizó un extracto de *Kalanchoe pumila* Baker. El extracto se obtuvo de las hojas de *Kalanchoe pumila* Baker trituradas con una cuchilla hasta obtener un tamaño de partícula de más o menos 3 mm de ancho, estas se introdujeron en agua las cuales se dejaron reposar por más de dos horas para que expidiera la sustancia activa tomando solamente 10 gramos de las hojas y llevadas a un volumen de 100 ml para obtener una concentración de 10%p/v. Las estacas se sumergieron por dos horas y luego se procedió a su siembra en un laboratorio el cual mantiene una temperatura ambiente de aproximadamente  $\pm$  25°C. se evaluó el crecimiento de las raíces a los 25 días después de la fecha de siembra según metodología utilizada por Glen en 1993 en su estudio de Manejo de Viveros Forestales. (Monzón, R.; Rodríguez & Hechevarria,. 2004).

### ANÁLISIS DE DATOS

A los 25 días de la siembra se procedió a retirar cuidadosamente las estacas y se anotó el número de ellas que produjeron raíces.

Se utilizó una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para determinar la significancia de las diferencias entre el número de plantas enraizadas en cada tratamiento (Daniel, 2002). Después se utilizó una prueba de signos para comparar el efecto sobre cada especie y sobre todas las especies a la vez, considerando parejas de ensayos, para determinar la magnitud de la diferencia en la producción de raíces por cada tratamiento (Ostle, 1973).

Por último se utilizó una prueba de jerarquía signada de Wilcoxon que compara la media de dos muestras relacionadas para determinar si existen diferencias entre ellas. (Daniel, 2002).

Los datos analizados fueron el número de raíces por cada tratamiento con las tres especies (higo, ciruela y durazno). Los análisis estadísticos utilizados son la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors, el análisis de varianza entre los tres tratamientos por medio de las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Prueba de signos jerárquica de Wilcoxon. (Daniel, 2002)

### RESULTADOS

**Tabla No. 1**  
**Pruebas de normalidad ( $p < 0.05$  = la distribución no es normal)**

		<b>Kolmogorov-Smirnov (<math>p</math>)</b>
<b>Higo</b>	Control	0.2
	Rootex	0.038

	Kalanchoe	0.2
<b>Durazno</b>	Control	0.001
	Rootex	0.000
	Kalanchoe	0.000
<b>Ciruela</b>	Control	0.0
	Rootex	0.0
	Kalanchoe	0.0

Fuente: Datos experimentales

**Tabla No. 2**  
Análisis de varianza entre los tres tratamientos de Kruskal-Wallis  
( $p < 0.05$  = son diferentes)

	<b>Diferencia total</b>
<b>Higo</b>	0.49
<b>Durazno</b>	0.88
<b>Ciruela</b>	0.85

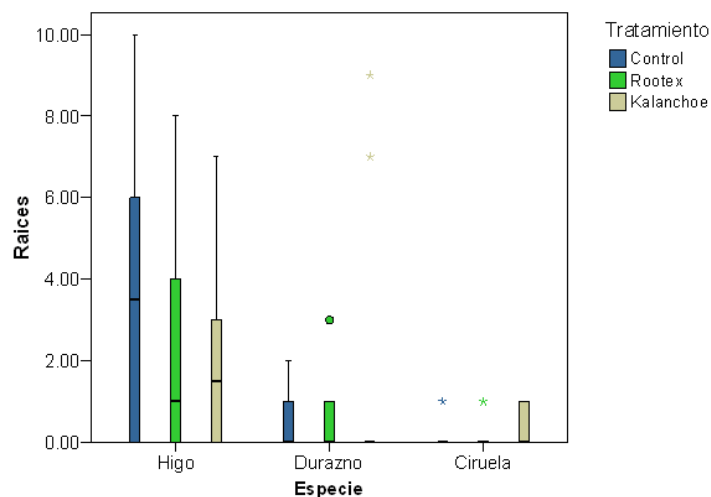
Fuente: Datos experimentales

**Tabla No. 3**  
Prueba de signos jerárquica de Wilcoxon para dos muestras independientes  
( $p < 0.05$  = son diferentes)

	Control-Rootex	Rootex-Kalanchoe	Control-Kalanchoe
<b>Higo</b>	0.34	0.82	0.31
<b>Durazno</b>	0.90	1	0.63
<b>Ciruela</b>	1	1	0.58

Fuente: Datos experimentales

**Grafica No. 1**  
Distribución del número de raíces por especie y tratamiento



Fuente: Datos experimentales

En la tabla No. 1 se muestran los datos obtenidos de las pruebas para verificar la naturaleza de distribución de los datos en cuanto al crecimiento de raíces. Se observa que los únicos que tienen una ligera normalidad son los de higo representado en la prueba de Kolgomorov-Smirnov corregida por Lilliefors, (Ho: distribución normal). Además se observó que las distribuciones no son simétricas.

Para evaluar la varianza entre los tres tratamientos los datos fueron sometidos a la prueba de Krsukal – Wallis, los cuales se presentan en la tabla No. 2, y se observa que no presentan diferencia marcada. La especie que presentó mayor sensibilidad a los tratamientos fue el higo, mostrando mayores características de enraizamiento.

Al comparar el enraizador sintético (Rootex) con el enraizador natural (*Kalanchoe pumila*) contra el tratamiento control se observó que el extracto de *Kalanchoe pumila* es ligeramente mejor que el enraizador sintético. La diferencia entre el extracto de *Kalanchoe pumila* y el control es mayor que la diferencia entre el enraizador sintético y el control. Al comparar el enraizador sintético con el extracto natural se observó que son más similares entre sí con respecto al control. (Ho: no hay diferencia entre los tratamientos). (Ver tabla No.3)

En la gráfica No.1 se puede observar la distribución del número de raíces por especie y tratamiento. El higo presentó el mayor número de raíces con el tratamiento control. Para el durazno se presentó el mismo número de raíces con el tratamiento control y con el tratamiento con el enraizador sintético. El Higo fue la única especie en la cual se observó un mayor crecimiento de raíces con el tratamiento de *Kalanchoe pumila*.

## DISCUSION DE RESULTADOS

Al observar que los datos mostrados en la tabla No.1 no presentan distribuciones simétricas se justifica el uso de análisis no paramétricos para comparar el efecto de los tratamientos.

El análisis de varianza presentado en la tabla No. 2 no mostró diferencia entre los tratamientos probablemente por el pequeño tamaño de las muestras. Si se aumentaran el tamaño de las mismas se podría confirmar el efecto del enraizamiento con el extracto de *Kalanchoe pumila*, ya que el higo muestra que posee características de enraizamiento.

La comparación por medio de la prueba de signos entre tratamientos dicta que el *Kalanchoe pumila* Baker posee la mayor diferencia para el efecto enraizador, por lo que, aumentando el tamaño de la muestra y utilizando la especie más sensible a los enraizadores se podría tener evidencia a favor del uso de *Kalanchoe pumila* Baker como enraizador natural. (Ver tabla No.3)

Se deduce que el extracto de *Kalanchoe pumila* Baker ejerció un efecto enraizador significativo únicamente sobre el higo, ya que fue la única especie en la que se observó un mayor crecimiento de raíces con este tratamiento.

En el estudio realizado por Carlos Erick Teni Pacay, en el que se evaluó la Propagación vegetativa de la macadamia ( *Macadamia integrifolia* Maiden Bêche) usando fitohormonas enraizadoras en tres tipos de estacas, el tratamiento de estacas con hojas enraizaron con mayor proporción que las estacas que no poseían hojas, lo cual probablemente se debió a factores que se encuentran presentes en las hojas como cofactores que al interactuar con las hormonas auxinas favorecen el enraizamiento. En este estudio también se comprobó que a mayor tiempo de inmersión de las estacas en la solución enraizadora, poseen un mayor porcentaje de enraizamiento debido a que cuentan con más oportunidad de absorber la solución estimulante. Por lo que en nuestro estudio la falta de hojas en los esquejes pudo haber afectado la capacidad enraizadora de las muestras tratadas así como también la cantidad de tiempo bajo la cual los esquejes se sumergieron en la solución de enraizador orgánico a pesar de que la bibliografía para este tipo de experimento así lo describiese.

## CONCLUSIONES

1. No se observa diferencia marcada del efecto enraizador del extracto de hojas de *kalanchoe pumila* Baker sobre los esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch, *Prunus salicina* Lindl. y *Ficus carica* L.
2. El higo fue la única especie que obtuvo un mayor crecimiento de raíces adventicias con el extracto del enraizador natural.
3. Los tres tratamientos presentaron un efecto enraizador similar.
4. El crecimiento de las raíces en este experimento no presenta una distribución normal de los datos por lo cual no se puede determinar el efecto concreto del enraizador orgánico.

## RECOMENDACIONES

1. Aumentar el tamaño de la muestra por tratamiento especialmente en el higo para confirmar el efecto del enraizador natural.
2. Aplicar otras pruebas al higo para comprobar sus características de enraizamiento.
3. Realizar las pruebas a diferentes concentraciones para observar cambios.
4. Utilizar otras especies de plantas para dichas pruebas.
5. Realizar pruebas fisicoquímicas al extracto de *Kalanchoe pumila* Baker para determinar la cantidad de hormonas giberelínicas y auxínicas presentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Azcón-Bieto, J. & Talón, M. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Barcelona: McGraw-Hill Interamericana. 2000. 523P.
2. Castillo, F. 2006. Durazno. Información Disponible en: <http://es.geocities.com/fedezumeta/frutasdeguatemala.html>. página visitada: 22 de enero de 2008.

3. Curtis, H. Et. Al. Biología. 6ta. Ed. México: Editorial Médica Panamericana. 2005 1496P.
4. Daniel, W. Bioestadística. 4ta ed. México: Limusa-Wiley. 2002. 755P.
5. De León, C. 2004. Relación Detallada de Flora y Fauna de Guatemala por Departamentos. Información Disponible en: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpZlkVlAuALdZXhALZ.php> página visitada: 22 de enero 2008.
6. Enciclopedia Libre Wikipedia. 2007. Descripción Botánica. Información disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/prunus>. página visitada: 10 de septiembre de 2007.
7. Flores-Vindas, E. La Planta: Estructura y Función. Costa Rica: Libro Universitario Regional. 1999. 884P.
8. Glen, E. P. 1993. Manejo de Viveros Forestales. Proyecto Agroforestal en Guatemala. 16 páginas.
9. Hartman, H. & Kester, D. Propagación de Plantas: Principios y Prácticas. 1ra. Ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 1992. 760p.
10. LaRue, C. The Effects of Wounding and Wound Hormones on Root Formation. Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America. 1941. Vol. 27, No. 8- 388-392p.
11. Macaya-Berti, J. Las Moraceae Cultivadas en Chile. Chloris Chilensis. Revista Chilena de Flora y Vegetación. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Chile. 2007. Año 7. No.2 documento disponible en: <http://www.chlorischile.cl/moraceaehileornm/moraceaamacaya.htm#claveficus> página visitada 10 de septiembre de 2007.
12. Mogollón, N. & Ojeda, M. Efecto del Ácido Giberélico y Brasinoesteroides sobre el Crecimiento Vegetativo y Reproductivo de *Stathiphyllum sp.* "petite". Interamerican Society for Tropical uróarriaa. Venezuela: Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". 48:169-172.
13. Morgan, P & Durham, J. Strategies for Extracting, Purifying and Assaying Auxins from Plant Tissues. Botanical Gazette. 1983. Vol. 144. No. 1. 20-31p.

14. Ostle, B. Estadística Aplicada. México: Limusa-Wiley, 1973. 629 p.
  
15. Paniagua, R. Et.Al. Citología E Histología Vegetal y Animal: Biología de las Células y Tejidos Animales y Vegetales. 3ra. Ed.España: McGraw-Hill Interamericana. 2002. 1002P.
16. Pérez, I. 2007. Entrevista Personal realizada en granja de cultivo de higo en Salamá en la cual utilizan *Kalanchoe pumila* Baker como enraizador de una manera empírica. Entrevistador: Jorge Jiménez.
  
17. Rodríguez, H. & Hechevarria, L. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. □uró. Rev Cubana Plant Med, Mayo-ago. 2004, vol.9, no.2, p.0-0. ISSN 1028-4796.
  
18. Rodríguez Portillo, F. Metodología estadística con fines didácticos en evaluación de cuatro productos hormonales para enraizamiento en los cultivos de crisantemo y rosa bajo condiciones de invernadero. Tesis, Técnico Fitotecnista. Guatemala URL, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola. 1984. 121 p.
19. Rosito Monzón, J.C. s.f. Evaluación de la propagación vegetativa del álamo (*Populus alba* L.) y del aliso (*Alnus acuminata* HBk) a través de la utilización de cámara de enraizamiento y la aplicación de regulador de crecimiento químico y orgánico, en el cantón de Xejip, San Antonio Ilotenando. El Quiché. EPSA. Investigación inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 20 p. 14 ref.
  
20. Sligh, M. & Christman, C. El Estado Global, los Prospectos y los Retos de un Mercado Orgánico en Cambio. Fundación Internacional para la Mejoría Rural-USA. 2003.
  
21. Standley, P. & Steyermark, J. Flora of Guatemala. Parte IV. Fieldiana Botany. 1946. Chicago Natural History Museum. Volumen 24.
  
22. Tanimoto, E. Regulation of Root Growth by Plant Hormones-Roles for Auxin and Gibberellin. Critical Reviews in Plant Sciences. Department of Information and Biological Sciences. Japan: Nagoya City University. 2005. 24:249-265
23. Teni, C. E. 1993. Propagación Vegetativa de la Macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden Betché) usando fitohormonas enraizadoras en tres tipos de estacas. IPS, Tec. Univ. Cobán, Guatemala, USAC, CUNOR. 58 p.
  
24. Toogood, A. Enciclopedia de la Propagación de Plantas. Editorial Blume. 2000.

25. Xlandong F. & Harbord, N. Auxin promotes Arabidopsis root growth by modulating gibberellin response. Nature Publishing Corp. 2003. Vol 421.

## ANEXOS

### Anexo No.1

Tratamiento Control a 25 días de aplicado el tratamiento



### Anexo No.2

Tratamiento Rootex a 25 días de aplicado el tratamiento





Anexo No.3  
Tratamiento *Kalanchoe pumila* a 25 días de aplicado el tratamiento

