



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

“Enraizamiento de esquejes de Cosmos
(*Cosmos bipinnatus* Cav.) mediante el uso de
auxinas”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

JAVIER SANTAMARINA LAGUNES



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. JOSÉ MERCED MEJÍA MUÑOZ

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimiento

Al M. en C. José Merced Mejía Muñoz, cuyo amplio conocimiento del tema, valiosa dirección y animosa ayuda fueron el impulso más certero para concluir.

A la M. en C. Beatriz Coutiño Bello por darme la oportunidad de ser parte del laboratorio de Etnobotánica Aplicada y enseñarme a valorar la labor científica con el principio de la Verdad, solo se conquista con trabajo y dedicación.



A los miembros del jurado por el tiempo y atención asignados a la revisión de este trabajo:

Muy especialmente al Dr. Víctor Manuel Chávez Ávila por su paciente guía, enseñanza y aprecio, elementos sin los cuales no hubiera logrado madurar esta tesis; al M. en C. José Antonio Flores Díaz por su excepcional ayuda principalmente en la parte de Estadística de la tesis; a la Dra. Aída Nelly García Argáez, ejemplo de vocación y grande disponibilidad y a la Dra. Helia Reyna Osuna Fernández quien como sinodal aportó muy importantes conceptos en el tema .



Al Biól. Mauricio Trejo Monroy, quien además de mi superior, considero el amigo a quien debo el tema del *Cosmos* en esta tesis.

Al querido amigo Teól. Arturo Méndez Montes por su ayuda en la redacción y comentarios en el diseño experimental.

A mi primo Ing. Carlos Anaya por sus acertadas revisiones y muy valiosa ayuda.



Al Biól. José S. Escamilla Gutiérrez y a la Biól. Ana Luisa Montañez Colín en honor a su ejemplo de esfuerzo, perseverancia y vocación, gracias a ello, nuestro enorme deseo de titularnos se hizo realidad.



A Marisol Pérez M. y a la Biol. Lucía Peñíñuri por ayudarme hace 9 años a decidirme a hacer la tesis.

A Sor Tere y a la Comunidad de Religiosas Oblatas de la Santísima Eucaristía por su valioso interés, cariño y oración.

Al Sr. Efrén Martínez de San Mateo Ixtlahuaca por su desinteresada ayuda facilitándome plantas y semillas de *Cosmos*.

A Alejandra Paz Bautista e hijos gracias por su ayuda y ejemplo de esfuerzo.



Al Arq. Germán Oscar Sánchez, a los Biólogos Alfredo Matamoros M., Ángel Frías G., Miguel Ángel Cuéllar C., Héctor Hernández V., a la M. en C. Lucía Sosa M., Esteban Rodríguez V. y a César O. Silva Gutiérrez, así como a todos los compañeros de la CONANP que con tanta paciencia y cariño me alentaron y apoyaron en esta tesis.



A los finados Sres. Castro por su pasión por la Botánica y cultivarme el amor por la naturaleza.



A todos aquellos compañeros y amigos de quienes omito su nombre. pues sería imposible nombrarlos a todos, y sin los cuales no hubiera podido cumplir este anhelo de titulación, mi más grande agradecimiento.



Dedicatoria

A DIOS, en gratitud por todo lo que me da y es para mí, y con el anhelo de que esta tesis ayude en algo a la gente del campo y a la niñez mexicana.

A San Josemaría Escrivá, por su intercesión y ejemplo de estudio y santidad en el trabajo profesional.



A mi esposa Margarita con amor y admiración, en ofrenda a su paciencia, fuerte impulso y constancia en todo momento.

A mi hija María Margarita, deseando le sea este esfuerzo de tesis útil algún día en su vida.

A mis amados padres, como modesta retribución por el legado de mis estudios y por la confianza depositada siempre en mí, sus muchos desvelos se vean premiados.



A mis queridos hermanos, en especial a José Antonio como testimonio de esfuerzo y perseverancia.



A los tíos Julio Cesar Lagunes y Leonor.

A tía Chata y primos Moreno.

A la familia Álvarez.

A mis ahijadas María y Christiane Engel Santamarina.



A la memoria de abuelita Rosita, tíos Pancho y Eloy y de la querida Sra. María Guerrero Melgoza pues con la tesis cumplo aunque sea tarde la promesa de titularme.



Contenido

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.2. OBJETIVOS	4
1.3. ANTECEDENTES.....	4
1.3.1. Aspectos generales de la producción hortícola en México.....	4
1.3.1.1. Importancia económica de la horticultura ornamental.....	5
1.3.1.2. El porvenir de la floricultura.	8
1.3.1.3. El Cosmos: Una planta ornamental de México.....	11
1.3.2. Botánica.	12
1.3.2.1. Generalidades del género <i>Cosmos</i>	13
1.3.2.2. Clasificación taxonómica.....	15
1.3.2.3. Descripción botánica del género	15
1.3.2.4. Descripción botánica de la especie	16
1.3.3. Reproducción asexual.....	23
1.3.3.1. Técnica para plantas herbáceas.	23
1.3.3.2. Enraizamiento.	24
1.3.3.3. Factores que afectan la regeneración de plantas.	27
1.3.4. Reguladores de enraizamiento.....	32
1.3.4.1. Ácido indolacético (AIA).....	33
1.3.4.2. Ácido indolbutírico (AIB).....	36
1.3.4.3. Ácido naftalénacetico (ANA).	38
1.3.4.4. Alfa-naftilacetamida.....	39
2. MATERIALES Y MÉTODOS	41
2.1. ENSAYO INICIAL.....	41
2.2. METODOLOGÍA DEL ENSAYO FINAL	47
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
3.1. ENSAYO INICIAL.....	53
3.1.1. Factor fitoregulador (<i>Enraizadores</i>)	53
3.1.1.1. Valoración a los 7 días.	54
3.1.1.2. Valoración a los 14 días.	55
3.1.1.3. Valoración a los 21 días.	56
3.1.2. Análisis del factor de refrigeración	57

3.1.3. Efecto del origen del esqueje	58
3.1.3.1. Tallo principal.....	59
3.1.3.2. Tallo lateral	59
3.1.4. Consideraciones necesarias para el ensayo inicial.....	60
3.2. ENSAYO FINAL	66
3.2.1. Tablas de resultados del ensayo final.....	66
3.2.2. Análisis del efecto origen del esqueje.....	70
3.2.3. Análisis del tratamiento auxínico.	71
3.2.4. Sinopsis de resultados del experimento final.....	76
3.2.5. Rescate de poblaciones y tipo de Cosmos.....	77
3.2.6. Estudios de floración.	78
4. CONCLUSIONES	80
APÉNDICE I.-VALOR DEL ESTADO DE DESARROLLO RADICAL (ENSAYO INICIAL)	81
APÉNDICE II.-MODELO ESTADÍSTICO DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS (ENSAYO INICIAL)	83
• HIPÓTESIS A PROBAR MEDIANTE EL MODELO.	87
• CONSIDERACIONES PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	90
APÉNDICE III.-TABLAS DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)(ENSAYO INICIAL)	92
GLOSARIO.....	99
BIBLIOGRAFÍA	107

Índice de figuras

Figura 1. <i>C. bipinnatus</i> una planta ornamental de amplio potencial florícola	Pág. 11
Figura 2. <i>C. bipinnatus</i> sujeta a mejoramiento genético.	Pág. 14
Figura 3. Modelo de desarrollo floral de <i>C. bipinnatus</i>	Pág. 19
Figura 4. Control fotoperiódico de <i>C. bipinnatus</i>	Pág. 21
Figura 5. Esquema de sección transversal de tallo mostrando la localización usual del comienzo de raíces adventicias.	Pág. 26
Figura 6. Origen de donde fue tomado el esqueje de acuerdo a la posición del tallo en la planta madre de <i>C. bipinnatus</i>	Pág. 42
Figura 7. Etapas en la realización del ensayo inicial, del enraizamiento de esquejes, de <i>C. bipinnatus</i>	Pág. 45
Figura 8. Etapas en la realización del ensayo final, del enraizamiento de esquejes, de <i>C. bipinnatus</i>	Pág. 52
Figura 9. Enraizamiento de <i>C. bipinnatus</i> en el ensayo inicial.	Pág. 64
Figura 10. Distribución del porcentaje de frecuencias relativas de enraizamiento de <i>C. bipinnatus</i> para el ensayo inicial.	Pág. 65
Figura 11. Distribución comparativa de medias del enraizamiento de acuerdo al origen en el ensayo final.	Pág. 69
Figura 12. Comparación gráfica de enraizamiento en los tratamientos Raizone plus vs. Radix 1500.	Pág. 72

Figura 13. Esquema sugerido de propagación de *C. bipinnatus* considerando su ciclo de vida. Pág. 75

Figura 14. Esquejes de *C. bipinnatus* floreciendo durante el enraizamiento en el ensayo final.Pág. 76

Figura 15. Prototipo de esqueje enraizado de *C. bipinnatus* según su origen lateral-basal bajo tratamiento de Raizone plus en el ensayo final. . . Pág. 77

Figura 16. Morfología de las flores de *C. bipinnatus*. Pág. 79

Índice de tablas

Cuadro 1. Plantas usadas en la Cuenca de México durante el siglo XVI según Códice Florentino. Pág. 8

Cuadro 2. Las plantas ornamentales cultivadas originarias de Mesoamérica Pág. 9

Cuadro 3. Ejemplo de plantas que se reproducen por esquejes de acuerdo a la época del año. Pág. 30

Cuadro 4. Tratamientos en el ensayo inicial del enraizamiento de *C. bipinnatus*. Pág. 44

Cuadro 5. Fases del enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* en el ensayo inicial. Pág. 46

Cuadro 6. Total de esquejes en el ensayo final de *C. bipinnatus*. . . Pág. 50

Tabla 1. Resultado en el ensayo inicial (7, 14 y 21 días de cultivo). . Pág. 53

Tabla 2. Resultado en el ensayo inicial a los 7 días de cultivo. . . . Pág. 61

Tabla 3. Resultados en el ensayo inicial a los 14 días de cultivo. . . .Pág. 62

Tabla 4. Resultados en el ensayo inicial a los 21 días de cultivo. . . . Pág. 63

Tabla 5. Resultados en el ensayo final para el lote de Radix 1500.Pág. 66-67

Tabla 6. Resultados en el ensayo final para el lote de Raizone plus. Págs. 67- 68

Tabla 7. Resultados de enraizamiento en el ensayo final (testigo). .Pág. 68

Tabla 8. Resultado del análisis estadístico para la prueba univariada de significancia del número de raíces por esqueje de *C. bipinnatus* (Ensayo final) Pág. 70

Tabla 9. Resultado del análisis estadístico para el tratamiento auxínico de acuerdo al número de raíces en esquejes de *C. bipinnatus* (Ensayo final) Pág. 72

Tabla 10. Resultado del análisis estadístico para la interacción de tratamiento auxínico y origen en esquejes de *C. bipinnatus* (Ensayo final) Pág. 74

APÉNDICE I (Ensayo inicial)

Tabla 11. Cálculo de valores del estado de desarrollo radical. . . Págs. 81-82

APÉNDICE II (Ensayo inicial)

Tabla 12. Análisis de varianza (Y_i) del modelo estadístico Págs. 88-89

APÉNDICE III (Ensayo inicial)

Tabla 13. Estadística de resultados Pág. 92

Tabla 14. Distribución de frecuencias en YRAÍZ1 (a los 7 días). . . .Pág. 93

Tabla 15. Distribución de frecuencias en YRAÍZ2 (a los 14 días) . . .Pág. 94

Tabla 16. Distribución de frecuencias en YRAÍZ3 (a los 21 días) . . Pág. 95

Tabla 17. Resultados del análisis estadístico del diseño de experimentos (factores significativos) en YRAÍZ1 (a los 7 días). Pág. 96

Tabla 18. Resultados del análisis estadístico del diseño de experimentos (factores significativos) en YRAÍZ2 (a los 14 días). Pág. 97

Tabla 19. Resultados del análisis estadístico del diseño de experimentos (factores significativos) en YRAÍZ3 (a los 21 días). Pág. 98

Resumen

El cultivo tradicional de las flores en México puede ser un factor de beneficio económico, pues existen condiciones de diversidad florícola que se puede encaminar hacia la domesticación.

Se analizó el proceso de enraizamiento de esquejes de *Cosmos bipinnatus* Cav. por considerarla como una opción de propagación de una planta silvestre cuando la disponibilidad de semilla para su cultivo sea insuficiente y por el hecho de incluirse en la floricultura mundial como planta ornamental de amplio potencial genético.

Considerando el estudio de desarrollo de la planta, el tipo de esqueje y la fuente de auxina, se planeó utilizar esquejes apicales de plantas en el estado juvenil tardío y en estado reproductivo de reciente antesis.

Fue posible obtener esquejes desde todas las partes de la planta probados, sin embargo el mejor origen de los esquejes fue aquel de la parte basal-lateral. Se halló que los esquejes derivados de zonas apicales a diferencia de las regiones más basales, enraizan más lentamente, producen menos raíces y presentan un porcentaje de enraizamiento más bajo.

Para el efecto de tratamiento con auxinas el Raizone plus (AIB 0.06% + ANAm 0.12%) resultó mejor enraizador que el Radix 1500 (AIB 0.15% y ANA 0.02%). En relación con los componentes químicos para enraizamiento el alfa-naftilacetamida (ANAm), fue mejor promotor para *C. bipinnatus* que el ácido indolbutírico (AIB).

Dado que al cultivar esquejes se transmite la misma información genética de la planta madre, los resultados obtenidos indican la posibilidad de clonar individuos de esta planta tal como se hace con otros cultivos.

Abstract

Mexico, a traditional place in flowering activity, its history has always related the flower to its daily life. Its culture raises a potential opportunity for an economic benefit because there are the conditions to take advantage of the enormous floral diversity towards domestication.

The purpose of this work was to study the rooting of stem cuttings process of *Cosmos bipinnatus* Cav. species, considered it as an option for propagation when the facility to get the seed would become insufficiently. This plant is native to Mexico; and included in the world of floriculture as an ornamental plant of high genetic potentiality.

Considering the development state of the plant, the sort of cutting, and the auxine source, it was planned to grow *C. bipinnatus* from cuttings, using an experimental methodology, in the latter vegetative physiology state of the plant and in the early floral bloom development.

It was possible to obtain cuttings from every part of the plant tested, although the best cuttings to root were those of the basal-lateral branch. It was found for *C. bipinnatus* that "Cuttings that comes from the apical zones opposed to those from basal regions, roots more slowly, produce less roots, and present a low rooting percentage".

In relation to the auxine treatment, the Raizone plus (IBA 0.06% + ANAm 0.12%) answered well as root promoter substance with the commercial rooting component alfa-naphthilacetamide (ANAm), this one resulted better to promote rooting in *C. bipinnatus* than the Radix 1500 with a higher indolbutiric acid concentration (IBA 0.15% y NAA 0.02%).

Cuttings' rooting receives from the stock plant the same genetic information. The results obtained here show the possibility to propagate desired individuals as it is made with other cultures.

1. Introducción

1.1. Marco teórico

El cultivo de las flores en la cultura de un pueblo es una tradición que representa la transferencia de una costumbre y hasta de un medio de vida para algunas personas; por lo que vale la pena invertir en la transformación de una materia prima potencial.

México ha perdido representatividad en la actividad ornamental a nivel internacional. Dada la cercanía con los EE.UU., uno de los mayores importadores de flores en el mundo (Consejo Mexicano de la Flor, 1994), existe la oportunidad de incrementar la participación nacional en la floricultura.

El clima benigno, el suelo y la gran extensión del territorio del país son bondades biogeográficas que colaboran con la tenacidad, capacidad y visión de algunos productores.

Asimismo la actividad ornamental permitiría que se ampliara su beneficio hasta las áreas agrícolas apartadas y que se haga uso del conocimiento tradicional del manejo de cultivos. Como resultado se daría impulso al potencial tanto de tipo industrial como rural de la producción florícola del país.

Fue el ilustre Charles Darwin quien describió cómo, cuando una hoja de begonia se desprendía de la planta y se colocaba en tierra, podía originar una planta de begonia completa con raíces, tallos, hojas y flores (Welch *et al.*, 1972).

Es así que la Horticultura, se ocupa del cultivo de frutas, legumbres y plantas ornamentales. Las diversas clases, tipos y cultivares de plantas de ornato se pueden diferenciar al comparar sus características, tales como forma, hábito de crecimiento y longevidad.

Un tipo de plantas completan su ciclo de vida, semilla-planta-semilla, durante una estación del año; estas plantas son anuales. Por lo general,

éstas y las bianuales son herbáceas (endebles), en tanto que las vivaces o perennes pueden ser tanto leñosas (tallos resistentes) como de madera suave.

Una planta ya sea anual, bianual o perenne, presenta ciertos períodos de crecimiento. Los estados del crecimiento en las plantas hortícolas se clasifican como juvenil, de transición y productivo. La técnica de propagación para las plantas es la perpetuación o el aumento en número de individuos.

Cuando la flor representa una fase importante en el aumento de número de individuos, la transmisión es sexual: es decir, los órganos sexuales de la flor han funcionado para producir semillas. Si la flor no interviene y si se utilizan otras partes de la planta para el aumento de número, la propagación es asexual (Denisen, 1987).

La reproducción asexual, es posible porque cada célula vegetal contiene la información genética necesaria para generar la planta entera (Totipotencia). Es el clonado, quien hace posible en horticultura el aprovechamiento múltiple de una sola planta individual con un genotipo único.

Con los procesos modernos en el cultivo de los vegetales, es que la clonación se ha convertido en un instrumento de selección muy importante. Además, debido a que todos los miembros del clon tienen el mismo genotipo básico, es por eso que su población tiende a ser fenotípicamente muy uniforme.

Por lo general, todos los miembros procedentes de la reproducción vegetativa o asexual de un mismo individuo, tienen el mismo aspecto, tamaño, época de floración, época de maduración, etc., se hace con ello posible la estandarización de la producción y otros usos del cultivo (Hartmann y Kester, 1987).

Una desventaja que tiene la clonación con respecto a la reproducción con semilla, es el que entre las plantas de un clon no ocurre variabilidad y puede haber cambios conducentes a un deterioro.

La consecuencia del deterioro de mayor significancia probablemente sea el efecto del ataque de organismos patógenos. Así como, los cambios genéticos, aunque no siempre son degenerativos, pueden producir individuos fuera de tipo que reducen el valor del clon (Hartmann y Kester, 1987)

Es importante conocer en el proceso de enraizamiento, el efecto que tiene el estado de desarrollo, así como las implicaciones de la utilización de reguladores de enraizamiento (auxinas) en su propagación.

La posición del tallo, en que es tomado el esqueje, sobre la planta madre y la longitud del tallo debajo del nudo, son otros factores importantes para la formación de raíces adventicias.

Mientras la influencia de la posición del esqueje ha sido reportada para varias especies leñosas, la información concerniente a plantas de madera suave así como de herbáceas ha sido muy limitada, aún siendo la propagación vegetativa en dichas plantas de gran importancia en la horticultura (Hansen, 1986); tal desconocimiento para *C. bipinnatus*, especie objeto de esta investigación, es motivo para realizar estudios al respecto.

Es preciso impulsar la permanencia de los pobladores nativos y rescatar el conocimiento floricultor tradicional. Se hace necesario entender los problemas de la producción de flores ornamentales, revalorizar el conocimiento empírico y la mano de obra regional.

Los esfuerzos se deben encaminar hacia el cultivo de aquellas plantas silvestres con cualidades estéticas susceptibles de introducirse al mercado, como flores novedosas y comercialmente competitivas.

El presente trabajo se enmarca en el tema de la multiplicación vegetativa, explícitamente mediante estacas de tallos o "esquejes", para asegurar la conservación de la especie.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo está encaminado al establecimiento de una metodología práctica que sirva para propagar masivamente al Cosmos (*C. bipinnatus*), una planta silvestre anual con gran uso en la floricultura, que además es muy demandada comercialmente por

su valor estético, y que tiene aplicaciones medicinales, pigmentos de uso industrial y potencial uso forrajero y alimenticio (Fernández *et al.*, 1994).

Hipótesis de trabajo: “**Todo esqueje de diferente origen según la posición del tallo de la planta madre de *C. bipinnatus*, suscitará un enraizamiento diferencial al ser sometido a la acción de auxinas a diferentes concentraciones**”

1.2. Objetivos

- ✓ **Determinar la capacidad de enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* a partir de diferente posición u origen de la planta madre.**
- ✓ **Precisar la respuesta del enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* sometidos a distintas concentraciones de enraizador.**

1.3. Antecedentes

1.3.1. Aspectos generales de la producción hortícola en México

La horticultura ornamental es de acuerdo a Gómez en 1994 (INEGI, 1998), “una actividad milenaria que los grupos humanos han practicado ligada a su vida espiritual y emotiva, y que en algunas sociedades se ha convertido en una rama importante de la economía agrícola y aún agroindustrial”; sin embargo, a pesar de sus antecedentes prehispánicos, y recientemente por su importancia económica, en México puede considerarse como una tarea muy promisoriosa y de alta potencialidad comercial para nuestro país.

Muestra del avance en la producción ornamental la refiere Alcalde en 1993 (INEGI, 1998), quien afirma que entre 1982 y 1989, la superficie sembrada con cultivos ornamentales en México se incrementó un 77 por ciento.

México, siendo un país con alto potencial floricultor, requiere desarrollar toda su capacidad productora en el sector de ornato, ya que tiene la oportunidad de exportar exitosamente flores a todo el mundo.

Para los campesinos el cultivo de ornamentales forma parte de su modo de vida y para quienes puede ser un factor de impulso económico en las comunidades rurales.

En el contexto de una agricultura sostenible dentro del marco de competitividad y de respeto a la naturaleza, es imperioso como lo señala el Ing. Fernando Correa Mota "actuar y trabajar en equipo en el fortalecimiento y promoción de nuestro país a través de la actividad ornamental" (Consejo Mexicano de la Flor, 1994).

El entorno rural, por carecer de los elementos necesarios para el control ambiental, y con el fin de obtener los demás costos hortícolas, requeridos en las especificaciones varietales de calidad, se dedica a las llamadas "flores básicas", como por ejemplo: rosa, clavel, crisantemo y gladiolo. Las estadísticas de producción de flores en México reflejan dicha situación. Solamente de la superficie cubierta por flores ornamentales a campo abierto, el 49.3% corresponde al cultivo del cempasúchil y el resto es ocupada por otros 142 cultivos ornamentales.

1.3.1.1. Importancia económica de la horticultura ornamental.

La mayor parte de la producción florícola se realiza actualmente, en los estados cercanos a la Ciudad de México; a campo abierto y en áreas pequeñas.

Por ejemplo, informó el Secretario de Desarrollo Agropecuario Víctor Sánchez Trujillo, se habla de que más de 15 mil empleos se generan en la producción de plantas ornamentales en el estado de Morelos, siendo un efecto multiplicador de desarrollo económico regional en las familias rurales, donde participan de manera directa más de cuatro mil productores que

cuentan con una superficie de tres mil hectáreas (Uno mas Uno, publicada el 21 de julio de 2005).

En cuanto a la producción ornamental a nivel nacional, prácticamente en todas las entidades federativas se cultivan plantas ornamentales, aunque es en el 37% de los municipios del país donde se desarrolla esta actividad, ya sea con cultivos a campo abierto, en vivero y/o en invernadero, en un total de 12,558 unidades de superficie de producción rurales y urbanas, llamadas genéricamente U.P. y que son la parte productiva del sector agropecuario.

De los municipios dedicados al cultivo de ornamentales sólo el 7.3% vende parte de su producción a otro país. La superficie en unidades de producción urbanas escasamente llegan a representar el 0.2% por lo que no se considera su participación (INEGI, 1998).

De acuerdo a Booz-Alan Hamilton en 1987 (Borys y Leszczyńska-Borys, 1992), el consumo mundial de ornamentales en el año 1987 fue estimado entre 16 y 18 mil millones de dólares. Las exportaciones mexicanas de flores en 1987 fueron a nivel de 15 millones de dólares, lo cual constituye 0.9% de las exportaciones mundiales.

Según Anapromex en 1988 (Borys y Leszczyńska-Borys, 1992), se planeaba incrementar la producción de ornamentales para exportación al nivel de 25 millones de dólares para el año de 1992

Concerniente al mercado nacional, en la Republica Mexicana la horticultura ornamental es la actividad de más alta rentabilidad económica dentro del sector agrícola. Debido a que el valor de la producción de los cultivos ornamentales por unidad de superficie es el más alto en comparación con otros grupos de cultivos, sin embargo, la superficie destinada a esa actividad contradictoriamente es muy pequeña (INEGI, 1998).

La industria florícola en México ha mostrado un crecimiento anual del 15%; esperando cada año incrementar este porcentaje. Pero son el

desarrollo competitivo de la actividad horticultora ornamental de algunos países y la alta demanda de los mercados internacionales, quienes exigen a nivel mundial una constancia en la cantidad y calidad del producto y que se aproveche económica y socialmente dicho potencial.

Tal empresa requerirá considerar la necesidad de contar con información científica y técnica y sobre todo, la facilidad para desarrollarla en áreas de clima benigno a lo largo de todo el año y con mano de obra capacitada en estas tareas.

Recientemente, con flores de relleno o de acompañamiento como Estátice (*Limonium*), o Gypsophila (nube), los empresarios han alcanzado un lugar importante en mercados extranjeros, demostrando la potencialidad comercial del país. Tanto las flores de relleno como las de acompañamiento frecuentemente se vinculan con especies nativas que están al alcance de la mayoría de los productores rurales y por requerir de una inversión escasa, lo que puede ser una actividad con buenos ingresos. Razón por la cual, esta opción debe difundirse entre la población campesina en su contenido comercial.

Las condiciones climáticas de México son favorables para el cultivo de numerosas especies tropicales y de algunas novedosas. Esta situación privilegiada y casi carente de competencia, ofrece grandes posibilidades para participar en el mercado exterior con las llamadas flores de especialidad. Por ejemplo con: las orquídeas, gerberas, ave del paraíso y anturio, que demandan una gran inversión para respetar las normas de calidad comercial del cultivo, además de la puntualidad y cantidad en la entrega (B. Coutiño, com. pers.)

1.3.1.2. El porvenir de la floricultura.

En un estudio de Estrada Lugo *et al.* (1988 en Mariaca, 1997), al estudiar la información etnobotánica contenida en el Códice Florentino, agruparon las 724 plantas usadas en la cuenca de México en el siglo XVI, en 18 categorías. La clase de plantas con fines antropocéntricos de uso estético obtuvo el cuarto lugar con 48 especies (Ver cuadro 1 a continuación).

Cuadro 1. Plantas usadas en la cuenca de México durante el siglo XVI, según información recabada en el Códice Florentino

Categoría antropocéntrica	Número de plantas	Categoría antropocéntrica	Número de plantas
Medicinales	266	Colorantes	12
Comestibles	229	Fibras	8
Ceremoniales	81	Resinas	8
Estéticas	48	Tributo	4
Industriales	27	Venenos	4
Atenuantes	20	Espicias	3
Materiales de combustión	14	Somníferas	1
Materiales de construcción	14	Material de juego	1
Forrajes	14	Gomas	1

Hacer una descripción de cuáles son las especies cuyo proceso de domesticación ha tenido lugar en Mesoamérica, representa, un homenaje para los agricultores tradicionales y sus familias quienes continúan seleccionando día a día plantas para su uso.

Esta tarea de recopilación realizada por Vavilov (1949-1950), Dressler (1953), y Hernández X, quien la complementó en 1985 (Mariaca, 1997), dio información impresionante ya que se trata de 100 especies.

Con toda seguridad este número se incrementará, en la medida en que el estudio de las 56 a 58 etnias aún existentes en México sea más

profundo, ya que cada uno de esos grupos humanos ha demostrado tener un amplio conocimiento de su entorno físico-biótico, como resultado de su presencia casi siempre centenaria, o incluso milenaria, en las regiones donde se asientan.

Cuadro 2. Las plantas cultivadas ornamentales originarias de Mesoamérica (Según Vavilov 1949-1950, Dressler, 1953 y Hernández X., mencionados por Hernández Xolocotzi, 1985).

Nombre común	Nombre científico	Familia
PLANTAS ORNAMENTALES		
Dalia	<i>Dahlia coccinea</i> Cav	Asteraceae
Dalia	<i>Dahlia excelsa</i> Benth.	Asteraceae
Dalia	<i>Dahlia lechmanii</i> Hieron	Asteraceae
Dalia	<i>Dahlia pinnata</i> Cav	Asteraceae
Flor de Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild	Euphorbiaceae
	<i>Montanoa</i> spp.	Asteraceae
Nardo	<i>Polianthes tuberosa</i> L.	Amaryllidaceae
Cempasúchil o cempoal	<i>Tagetes erecta</i> L.	Asteraceae
Cempasúchil o cempoal	<i>Tagetes patua</i> L.	Asteraceae
Ahuehuete, ahuehué	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Pinaceae
Aceloxóchitl, yoyo	<i>Tigridia pavonia</i> (L.F.) Kerr.	Liliaceae

Advierte el Maestro Efraín Hernández-Xolocotzin (1993 en Benítez y Neyra, 1996) que, México, como centro importante de domesticación de plantas del mundo, incorporó alrededor de 180 géneros ornamentales de origen natural sin considerar especies y variedades vegetales en su mayoría con propósito alimentario (81%), y en menor grado ornamental, textil y de utensilios entre otros.

La literatura especializada informa sobre el valor ornamental (nacional y extranjero) de las especies cultivadas por los antiguos mexicanos y los actuales grupos indígenas, lo cual hace percatarse del potencial floricultor existente.

A pesar de esto, se desconocen las preferencias y las razones de las etnias por tener diversas especies en sus huertos familiares, jardines rurales y cafetales tradicionales. Tal conocimiento podría tener un impacto sobre el desarrollo de la industria hortícola nacional e internacional, asimismo sobre la enseñanza y la creatividad de los fitomejoradores.

Se preguntan Leszczyńska-Borys y Sosa Cortés (1993 en Mejía y Espinosa, 2003) a que se debe la preferencia de las empresas hortícolas en México en producir sólo las especies de origen de otros países; y el punto clave se refiere a falta de promoción y conocimiento de especies nativas, a la posibilidad de obtenerlas ya mejoradas y de conocer técnicas de su propagación, cultivo y manejo.

México, para mejorar su horticultura ornamental deberá definir estrategias que vinculen las ventajas biogeográficas, el capital humano, los conocimientos empíricos, técnicos y científicos y la participación potencial del sector empresarial y gubernamental entre otros, como elementos para alcanzar el acceso a un nicho comercial hasta la fecha inexplorado.

1.3.1.3. El Cosmos: Una planta ornamental de México.

La especie *C. bipinnatus* originaria de México, es aportada a la floricultura mundial como una planta ornamental de amplio potencial genético. Ésta se ha cultivado con dicho propósito decorativo en México en un pequeño porcentaje. Es esta una de las especies que contribuyen a la industria mundial de plantas de ornato y que lograron una mayor importancia comercial (Borys y Leszczyńska-Borys, 1992).

Esta especie no tiene un manejo específico para su propagación, originaria de México, fue introducida a Europa a finales del siglo XVIII. El aprovechamiento de la planta es de tipo doméstico, la mayor parte de lo que se colecta es de autoconsumo y no tiene valor comercial. Su distribución en México es en Bocoyna, Chihuahua; Chilpancingo de los Bravo, Guerrero; Autlán, Jalisco; Zinapécuaro, Zitácuaro, Cotija, Cuitzeo, Charo, Cherán,

Chilchota, Erongarícuaro, Hidalgo, Jiquilpan, Marcos Castellanos, Morelia, Nocupétaro, Ocampo, Pátzcuaro, Penjamillo, Purépero, Puruándiro, Quiroga, Los reyes, Salvador Escalante, Michoacán (“Diagnóstico de productos no maderables en Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca; Centro de Investigación y Docencia Económicas A. C. CIDE”, (tomado de la página del Internet www.semarnat.gob.mx/pfnm/cosmosbipinnatus.html).

En México existe muy poca información sobre el comportamiento del crecimiento y desarrollo de *C. bipinnatus*, pero se sabe de su uso como planta de jardín y como flor de corte (para arreglos florales) en otros países como Japón, Estados Unidos, Inglaterra entre otros.

Inclusive se ha llegado a exportar como planta ornamental, lo cual indica buena aceptación en el mercado, pero que no llega a tener significado en el mercado mundial (J. Mejía y G. Ruvalcaba, com. pers.).



Figura 1.- *Cosmos. bipinnatus* una planta ornamental de amplio potencial florícola. (Fotografía tomada del archivo personal del M. en C. José M. Mejía del Laboratorio de Floricultura en la U. A. de Chapingo).

1.3.2. Botánica.

La familia de las Asteráceas es la más numerosa de la flora fanerógama y se compone de más de mil géneros con unas 20,000 especies de plantas cosmopolitas, particularmente abundantes en las regiones templadas y frías.

En su mayor parte son plantas herbáceas anuales, bienales o vivaces, de hojas habitualmente alternas y a menudo muy recortadas. Las inflorescencias compuestas, a base de capítulos agrupados para formar otras inflorescencias (racimos, cimas, corimbos etc.), le dieron anteriormente el nombre a la familia.

Las flores de capítulo (flósculos) se disponen sobre el receptáculo (en forma de disco o cono) de modo compacto y las marginales suelen ser distintas de las centrales; mientras éstas están especializadas en atraer a los insectos, aquéllas están especializadas en la reproducción.

Los flósculos son primitivamente hermafroditas, de fórmula floral original $K_5; C_5; A_5; G_2$, pero la especialización ha conducido al aborto de los órganos masculinos, femeninos o de ambos, dando lugar a flósculos unisexuados o asexuados.

Los flósculos pueden ser flores tubulosas, de corona bilabiada, o bien flores liguladas. Los sépalos tienden a desaparecer pero durante la fructificación se transforman en un vilano u otra estructura similar que ayuda a la diseminación.

El ovario, ínfero, es bicarpelar y de un solo lóculo uniovulado, que se convierte en una nuez cuya semilla carece de albumen y recibe el nombre de aquenio.

La polinización es típicamente entomófila y prevalece la fecundación cruzada al madurar los estambres antes que los órganos femeninos.

Según la distribución de las flores en el capítulo, se distinguen dos grupos de compuestas: las que poseen permanentemente flores tubulosas o en forma de tubo (aunque lleven también flores liguladas) reciben el nombre

de tubulifloras, mientras las que sólo poseen flores liguladas son denominadas ligulifloras (THEMA, 2001).

Si el eje de floración es corto, las flores aparentan ser una sombrilla emergiendo aproximadamente de el mismo nivel. Una inflorescencia de este tipo, en el cual los pedicelos son casi de la misma longitud, es llamada umbela. La cebolla (*Allium*) es un buen ejemplo. El capítulo es una inflorescencia en el cual las flores son sésiles y conjuntamente apretadas en un eje muy corto. Los miembros de la familia Asteraceae tiene este tipo de inflorescencia (Weier *et al.*, 1982).

1.3.2.1. Aspectos generales del género *Cosmos*.

México por ser un lugar geográfico donde se conjuntan vegetaciones del hemisferio norte y sur, menciona Ortega *et al.* (1991 en Fernández *et al.*, 1994), es un sitio donde llegan a encontrarse aproximadamente 30,000 especies de plantas superiores. Siendo la mitad sur del país, junto con el norte de Centroamérica, uno de los centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas (de 60 a 100 especies).

La región fisiográfica de la vertiente del Pacífico y zona central de México es el área de mayor diversidad genética y posible centro de origen del género *Cosmos*. Esta particularidad alienta los estudios que impulsan la utilización del género *Cosmos* como planta ornamental, al mostrar una adaptación amplia a condiciones climáticas y de altitud (Fernández *et al.*, 1994).

El género *Cosmos*, fue descrito por Cavanilles en 1791; Hemsley, citado por Montesinos (1977 en Sánchez y Torres, 1992), y en cuanto a su distribución menciona que *Cosmos* es exclusivamente un grupo americano de formas numerosas, sin embargo también se informa que fue introducido para el cultivo en las Islas Filipinas, Java y la India.

Según Zita *et al.* (1997 en Ayala, 1997), en el estudio: "El género *Cosmos* un Recurso Genético de México" los autores concluyen: que

estando dicho género en la región fisiográfica Vertiente del Pacífico y Zona Central de México, le toca posiblemente ser parte de una área de gran diversidad genética y potencial centro de su origen, aún cuando algunas especies aparecen en Centro América, las Antillas y América del Sur.

Se estima que *Cosmos* fue llevada de México a otros países y mediante el mejoramiento genético ha cambiado su aspecto. En cuanto a su altura se ha reducido de 2 a 3 m a la de un metro; las flores pequeñas tienen una amplia gama de colores, resultado de la cruce de *C. bipinnatus* con *C. sulphureus* Cav. (Mejía y Arroyo, 1994).

A nivel nacional se estima que la presencia de las especies pertenecientes al género *Cosmos*, han disminuido en mas del 50% las colectas, posiblemente debido a la sobreexplotación de los recursos forestales, y de los ecosistemas en los cuales se desarrolla. Esto indica una posible merma en la presencia de *Cosmos* como bien genético vegetal (Fernández *et al.*, 1994).



Figura 2. *Cosmos bipinnatus* sujeta a mejoramiento genético (Fotografía tomada del archivo personal del M. en C. José M. Mejía del Laboratorio de Floricultura en la U. A. de Chapingo).

Algunas otras especies del género *Cosmos* además de *C. bipinnatus* son: *C. crithmifolius* HBK, *C. diversifolius* Otto., *C. parviflorus* (Jacq.) HBK., *C. scabiosoides* HBK, *C. schaffneri* Sherff (Rzedowski, 1981).

1.3.2.2. Clasificación taxonómica

Según Cronquist (1988):

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliópsida.

Subclase: Asteridae.

Orden: Asterales.

Familia: Asteraceae.

Género: *Cosmos*

Especie: *Cosmos bipinnatus*.

1.3.2.3. Descripción botánica del género

La descripción del género *Cosmos* realizada por Sherff y Alexander (1955): citada por Rzedowski (1981) señala:

“Plantas herbáceas, anuales o perennes o a veces subarborescentes, glabras o pubescentes; raíces de las plantas perennes a menudo tuberosas y fasciculadas; hojas opuestas, indivisas, lobadas o 1-3-pinnatisectas; cabezuelas de talla mediana o a veces grandes, solitarias sobre pedúnculos largos o bien flojamente corimbosas o paniculadas, radiadas y heterógamas; involucreo subhemisférico, generalmente con dos series más o menos desiguales de brácteas membranosas, estriadas y soldadas en la base; receptáculo plano, con las paleas planas o algo cóncavas; flores liguladas en una serie, estériles, lígulas enteras o subdentadas, de color rosado, lila, violáceo, morado, raramente anaranjado, amarillo o blanco; flores del disco hermafroditas, fértiles, corola tubular brevemente partido en 5, ramas del estilo de las flores del disco engrosadas y frágiles, terminadas en apéndices cortos y agudos, anteras con la base obtusa o subdentada; aquenios

fusiformes o a veces lineares, más o menos tetragonales o raramente comprimidos, algunas veces alados, con el ápice atenuado, rostrado o espolonado; vilano de 2 a 5 aristas usualmente persistentes, por lo común retrorsamente barbadadas, a veces ausente.”

El género *Cosmos* consta de 26 especies (Rzedowski, 2001), de las que sobresalen *C. bipinnatus* con lígulas de color blanco rosa o carmesí y *C. sulphureus* de color naranja o amarillo (J. Mejía y G. Ruvalcaba, com. pers).

13.2.4. Descripción botánica de la especie

Según Montesinos (1977 en Rzedowski, 1981), que esta especie puede describirse como una hierba anual, erecta, poco ramificada, casi glabra, escasamente escabroso-pubescente, de 0.2 a 2.0 m de alto; hojas sésiles o con pecíolos alados de 3 a 7 mm de largo, hojas de 3 a 11 cm de largo (incluyendo el pecíolo), bipinadas, con segmentos lineares o subfiliformes, de 0.5 a 2 cm de largo y de 1 a 3 mm de ancho, con el ápice acuminado y endurecido; inflorescencia flojamente paniculada, de una a dos cabezuelas por pedúnculo, prolongaciones frágiles hasta de 30 cm de largo, inflorescencia en la antesis de 3 a 8 cm de ancho (incluyendo las lígulas), brácteas involucrales externas 8, lanceoladas, de 9 a 13 mm de longitud, acuminadas, con 5 a 7 nervaduras negras, los márgenes ciliados, brácteas involucrales internas ovado lanceoladas, más o menos del mismo largo que las externas; flores liguladas generalmente 8; de “lengüetas” obovadas, de color rosado, lila, violeta o blanco, hasta de 3 cm de longitud y de 1.8 cm de ancho, con el ápice subtruncado, más o menos dentado; corolas de las flores del disco numerosas, enteramente amarillas; aquenios más o menos lineares, tetragonales, surcados en cada cara, de ± 7 mm de largo y de ± 2 mm de ancho, vilano por lo general de 2 a 3 aristas retrorsamente barbadadas, comúnmente de 1 a 1.5 mm de largo.

C. bipinnatus (var.) β *exaristatus* es sinónimo a *C. bipinnatus* descrita en 1836 como miembro de la familia Asteraceae (Mc. Vaugh, 1984).

C. bipinnatus se encuentra como planta silvestre, en varios sitios de las tierras altas, desde Arizona (EE.UU.) hasta los estados de Puebla y Michoacán (México) (J. Mejía y G. Ruvalcaba, com. pers.) y a menudo abunda en las partes bajas y de mediana altitud del Valle de México.

Según Martínez (1979 en Arroyo, 1989), en México esta planta recibe varios nombres vernáculos, tales como: girasol (Distrito Federal), mirasol (Estado de México e Hidalgo), mirasol xococtole, girasol morado (Estado de México), sharacamata o xarcamata (Michoacán), linda (Guerrero) y huaabe (Nayarit).

La siembra más adecuada de *C. bipinnatus*, según la Asociación Oficial de Semillas en 1970, es a campo abierto en la primavera; o bien germinando la semilla en almácigos durante los meses de febrero a marzo, para ser más tarde trasplantada a campo abierto durante el mes de mayo.

La variedad de floración temprana se selecciona, siendo la forma más popular en la mayor parte de los casos el rojo aclavelado (Fairbank *et al.*, 1964; Hartmann y Kester, 1983).

La altura de la planta de *C. bipinnatus* depende principalmente del número total de sus nudos en el tallo, pudiendo ser de hasta 1.8 m ó más, dependiendo de la fecha de siembra (J. Mejía y G. Ruvalcaba, com. pers.).

Tolera sequía y brinda al paisaje una abundante floración. Conviene que reciba luz directa del sol cuando menos la mitad del día.

Rinde al máximo si crece en suelo ligero y bien drenado. Se encontró que puede regarse profundamente después de un periodo de estiaje, con mejores beneficios que mojarla superficial y frecuentemente.

En lo relativo a las condiciones ecológicas y edáficas. del género *Cosmos* principalmente se presenta en climas de tipo tendiente al semicálido húmedo, desértico y semiárido, i.e. (A)c(Wo)(W)B(e)g, Bw y BsKw(w)(i')g.

Prefiere para su cultivo un pH 5.0 a 8.0 y temperatura cálida de 24° a 32°C (Reiley y Shry, 1991); Arroyo (1989 en Mejía y Arroyo, 1994), menciona que crece principalmente en época de lluvias, desde junio hasta noviembre;

aunque en condiciones benignas de humedad y temperatura puede florecer todo el año.

La especie *C. bipinnatus* se halla en hábitat variados, abunda en pastizales naturales abiertos por tala y pastoreo, y entre la vegetación secundaria en áreas alteradas por el hombre.

Se presenta como maleza asociada a *Zea mays*, *Triticum* sp., *Encelia* sp., *Salvia* sp. e *Ipomoea* sp. Se le encuentra formando grupos numerosos de plantas a lo largo de caminos y carreteras (planta ruderal); así mismo, se le observa invadiendo campos de cultivo (planta arvense).

Esta especie es originaria de bosques templados, aunque actualmente se encuentra asociada a bosques muy perturbados, con vegetación de *Pinus montezumae*, *Quercus* sp., *Cedrus* sp., *Vaquelinia* sp. y *Thriallis* sp., así como en aquellas áreas reforestadas con *Eucaliptus* sp. (Fernández *et al.*, 1994)

Es *C. bipinnatus* una planta que crece en un campo de cultivo sin haber sido sembrada ex profeso, como arvense tolerada no daña a las plantas cultivadas y tiene utilidad ornamental.

La mayoría de las especies arvenses útiles se recolectan directamente en los campos cultivados o en el medio ruderal, aunque algunas como *Suaeda difusa* (romero, romerito), *Chenopodium ambrosioides* (epazote) y el mismo *C. bipinnatus* como ya se mencionó, se cultivan también (Villegas y de Gante, 1979).

En México se utiliza en jardines; no obstante en el cultivo predomina la variante con lígulas de color blanco, conocida como *C. bipinnatus* var. *albiflorus* (Fernández *et al.*, 1994).

La coloración de la flor, está relacionada con el matiz del tallo. El tono verde del tallo, se relaciona con la producción de flores blancas y el color rojizo del tallo, con flor rosa o carmesí.

La mayoría de los tipos de *Cosmos* son flores rosadas. Existen diferencias en cuanto a la morfología de sus lígulas, así como en las tonalidades de éstas.

En la misma planta existen flores de diferentes tamaños en los brotes axilares de las partes altas, intermedias y bajas (J. Mejía y G. Ruvalcaba, com. pers.).

El significado del nombre “*Cosmos*” viene de la palabra griega (*kósmos*) que significa "orden"; por el arreglo estilizado y armonioso de sus flores.

Mencionan Molder y Owens (1984), que *C. bipinnatus* es una planta facultativa de día corto (i.e. se comporta de manera discrecional); florece cuando alcanza una edad crítica de 5 a 6 pares de hojas (ruta 2), o cuando se presentan condiciones de fotoperiodo corto de luz menor a 14 horas (ruta 1), favorable para el desarrollo de la inflorescencia (Mejía y Arroyo, 1994).

Otras especies, *C. sulphureus* y *C. bipinnatus* variedad ‘sensación’, han sido estudiadas a detalle también por Molder y Owens (1984). La primera es de manera obligada planta de día corto y la segunda es circunstancialmente, ya que está facultada a florecer en día corto principalmente o en día largo de acuerdo a su edad cronológica o el número visible de nudos; de hecho puede ser inducida a florecer mediante tratamiento con ácido giberélico (GA_3).

Se establecen por lo tanto dos rutas en base a su fisiología y capacidad de adaptación para la floración:

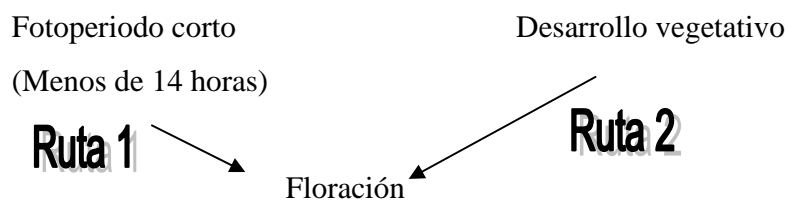


Figura 3. Modelo de desarrollo floral de *C. bipinnatus*.

- Ruta 1 para la floración.- El fotoperiodo óptimo para la floración de *Cosmos* es de menos de 14 horas y requiere de al menos 10 días de fotoperiodos cortos para lograr su iniciación floral. Se han hecho experimentos en donde bajo un fotoperiodo de 9 horas se requiere de 47 días para desarrollar una planta con botones florales visibles, citado por Wittwer y Bukovac, (1959 en Molder y Owens, 1984).

- Ruta 2 para la floración.- El *C. bipinnatus* florece de manera natural durante el verano una vez que se presentan las primeras lluvias, en donde el número de pares de hojas parece ser una relación directa de la edad de la planta y el estado de desarrollo del ápice.

El *Cosmos* al igual que la *Dalia* es de las primeras especies en las que se estudió el fenómeno de fotoperiodismo, llegándose a clasificar como planta facultativa de día corto, por lo que puede florecer a partir de que tiene un estado de desarrollo mínimo de 5 a 7 pares de hojas o adelanta su floración si se encuentra expuesta a condiciones de fotoperiodo corto inductivo (Mejía y Espinosa, 2003)

Además se requieren de hasta más de 8 pares de hojas para iniciar el proceso de ramificación, que es muy importante para incrementar el número de flores por planta.

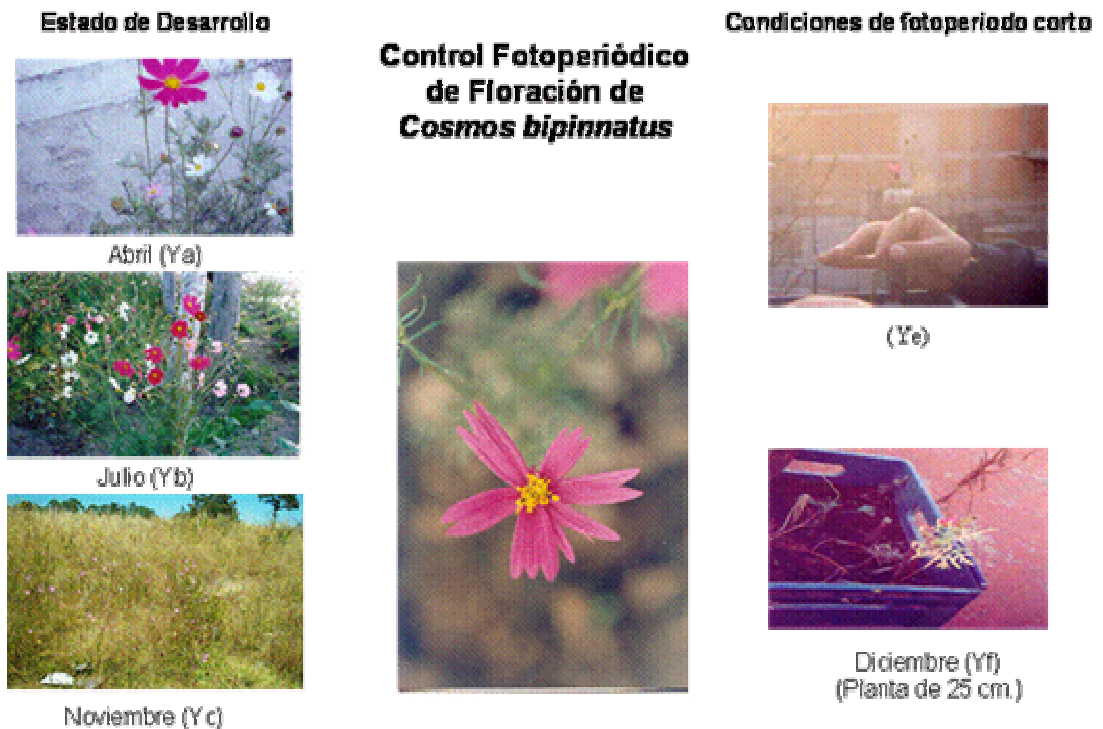


Figura 4.-Control fotoperiódico de *Cosmos bipinnatus* (Fotografías de archivo personal)

En la figura 4 se muestra el control de la floración de las rutas 1 y 2. “Y_a” muestra plantas en floración en el mes de abril, “Y_b”, Cosmos con flores en el mes de julio y “Y_c” al final de su antesis en el mes de noviembre.

Como se puede observar, el florecimiento más abundante está presente en el periodo de verano lo cual coincide con lo señalado por Molder y Owens (1984).

Además se observa que las plantas en otoño son de mayor altura (plantas de hasta 1.5 m de altura antes de florecer) en comparación con las de los meses anteriores, indicando que éstas desarrollaron mayor número de pares de hojas y ramificaciones antes de llegar a florecer, todo esto debido a que se desplegaron en condiciones de fotoperiodos “largos”.

Por otra parte en las figuras, “Y_e” y “Y_f”, se observa una planta de 25 cm con un botón visible, de aproximadamente un mes de edad y florecida a partir de mediados de noviembre, cuando las condiciones de luz y temperatura son menores.

En las plantas desarrolladas en periodos de día corto, es frecuente observar tallos delgados de hasta 20 cm de altura con flores pequeñas indicando que la floración se debe principalmente al fotoperiodo corto (acompañado de temperaturas bajas), demostrándose así su comportamiento como planta facultativa de día corto (Mejía y Espinosa, 2003)

C. bipinnatus se presenta en una gran diversidad de suelos tales como laderas de toba andesítica (i.e. piedra caliza) y basáltica pedregosos, con textura arcillosa, arcillo-arenosa, arcillo-limosos, franco arenosos, calizos someros, vertisoles planos arenosos y tepetates. Con referencia a la coloración, se presenta en suelos rojos, amarillos, negros, café claro y blancos. Preferentemente ricos en materia orgánica y calizos superficiales, o bien en superficies anegadas temporalmente (Fernández *et al.*, 1994).

Sus usos medicinales son los siguientes: como té para aliviar molestias de la tos (Estado de Guerrero), con efecto antiinflamatorio (Guanajuato y Estado de México). Se ha encontrado en estudios de laboratorio que los extractos de la flor, producen tintes en tonos amarillos y cafés por la presencia de antocianinas (Ungureanu *et al.*, 1991).

Tiene también uso forrajero (Estado de México) y alimenticio. Las semillas de *C. bipinnatus* contienen una fuente de ácidos grasos de más de 16% (Nigam y Misra, 1992). Es común encontrarla en áreas de frecuente incorporación a la zona urbana, y como se mencionaba previamente en uso ornamental (Fernández *et al.*, 1994).

1.3.3. Reproducción asexual

Las plantas superiores pueden reproducirse por vía sexual, mediante los órganos reproductores de la flor, o por medios vegetativos a partir de estructuras de la planta que no pertenecen al cuerpo reproductor.

Se exponen a continuación algunos aspectos generales de la práctica de propagación para esquejes.

1.3.3.1. Técnica para plantas herbáceas.

La propagación vegetativa se fundamenta en que cada célula de cualquier planta contiene la información genética necesaria para regenerarla completamente (facultad de totipotencialidad).

Es posible la propagación vegetativa o perpetuación asexual, como un proceso de reproducción que elimina la intervención de la flor, utilizando distintas partes de las plantas para el incremento poblacional (Denisen, 1987).

Los beneficios de propagar asexualmente son:

- Uniformidad de rendimiento y calidad
- Producción de clones
- Fructificación más temprana

Las desventajas son:

- No se obtiene la uniformidad esperada pues las condiciones ambientales a menudo acentúan y encubren la expresión de diversas características heredadas
- Se transmiten fácilmente las enfermedades, especialmente las virales
- Se deterioran ciertos clones, lo que conduce a una menor resistencia a cambios climáticos

Entre los principales métodos de reproducción asexual usados en México están: los injertos, los acodos, la reproducción de tallos y raíces especializadas y las estacas de madera dura, de madera semidura, de

madera blanda o esquejes, de hojas y de raíz (Linares, 1977), siendo los esquejes el motivo especial en este estudio para la herbácea *C. bipinnatus*.

La propagación por esquejes, es un método vegetativo consistente en la inducción de nuevos individuos a partir de fragmentos de los tallos separados de la planta madre (Edmond, 1985).

Este método forma parte del proceso productivo de la mayoría de las plantas perennes económicamente importantes; por ejemplo *Camaencyparis* (*Chamaencyparis* spp.), tuya (*Thuja* spp.), y Junípero (*Juniperus* spp) que enraízan más rápido que los abetos (*Abies* spp.) y pinos (*Pinus* spp.), para éstas se deben emplear madera de crecimiento anterior, haciendo el estacado de noviembre a febrero; es un método común a muchas plantas anuales, pues ellas se reproducen de esta manera (Reiley y Shry, 1991).

Las estacas herbáceas o esquejes se usan para plantas suculentas, enraízan en un tiempo menor y con más facilidad, no requieren de mayor cuidado como la aplicación de estimuladores de enraizamiento; se deben mantener bajo humedad alta, para evitar desecación y si las hojas son muy grandes recortarlas; es el caso del geranio (*Pelargonium* spp.), begonias (*Begonia* spp.), el *Coleus* spp., la *Pilea* spp., el *Iresine* spp., claveles (*Dianthus caryophyllus*), nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*), etc. (Linares, 1977).

La propagación de *C. bipinnatus* es principalmente por semilla, aunque menciona Bose *et al.* (1982 en Arroyo, 1989), también se puede hacer por enraizamiento de esquejes.

1.3.3.2. Enraizamiento.

De acuerdo a Hartmann y Kester (1987), los cambios anatómicos que suelen observarse en el tallo, durante la iniciación de las raíces, pueden dividirse en cuatro etapas:

1. Desdiferenciación de células maduras específicas.

2. Formación de iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación.
3. Desarrollo subsiguiente de estas iniciales de raíces en primordios de raíces organizados.
4. Desarrollo y emergencia de estos primordios radicales hacia fuera a través del tejido de tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca.

Se exponen consiguientemente las bases anatómicas y fisiológicas de la propagación por esquejes: Es indispensable la rápida cicatrización de la superficie cortada en una planta, al ser dañada estimula su respiración; las lesiones disparan la actividad meristemática provocando el "callo" de la herida, un efecto traumático al parecer estimulante sobre la respiración celular del tallo y del cual su razón se ha especulado.

La cicatrización de la superficie basal (de arranque) del esqueje de tallo con hojas requiere, que se forme una provisión de carbohidratos y auxinas en las hojas verdes para producción de raíz; que se prevenga marchitamiento mediante la reducción del área foliar y conserve la turgencia de las hojas con un alto grado de humedad relativa (Edmond, 1985).

La mitosis ocurre donde el callo se forma. El parénquima del tallo se compone de nuevas células que van proliferando de tejidos dañados en respuesta a la herida. Cuando nuevos puntos de crecimiento son iniciados en una estructura vegetativa (tal como la raíz, el tallo o las hojas), se trata de raíces o brotes adventicios (Hartmann y Kester, 1983).

Es necesario un conocimiento de la estructura interna del tallo en los vegetales para entender el origen de las raíces adventicias.

En la figura 5 se muestra un esquema de una sección transversal de un tallo herbáceo indicando los principales tejidos que lo forman. Se observan en dirección de la periferia al centro: la epidermis, el córtex, la capa vascular,

que es el lugar de origen de raíz inicial adventicia y la médula (Hartmann y Kester, 1983).

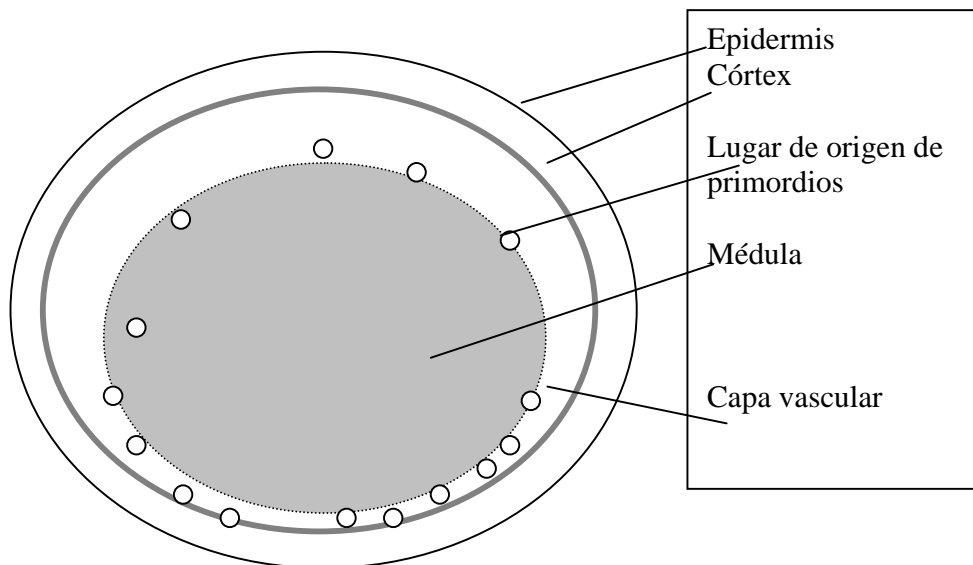


Figura 5.-Esquema de sección transversal de tallo mostrando la localización usual del comienzo de las raíces adventicias (Hartmann y Kester, 1983).

En gran parte de las plantas, la formación de raíces adventicias se produce después de que es cortado el esqueje.

El origen de la mayoría de las raíces adventicias en esquejes se da en grupos de células que son capaces de volverse meristemáticas, i.e. en un tejido embrionario o no diferenciado de células ricas en protoplasma y capaces de reproducirse activamente y localizado en los focos de crecimiento.

En los tallos herbáceos muy jóvenes de dicotiledóneas como el crisantemo o las leguminosas, es del periciclo de donde el esqueje desarrolla una capa permanente, cuyos tejidos tienen la capacidad de convertirse en meristemo y así producir nuevas células.

En los ejes relativamente viejos de dicotiledóneas y en los leñosos inmaduros, la capa permanente se desarrolla en el cambium. En las plantas

herbáceas las células meristemáticas son localizadas usualmente, justo en la superficie y entre los haces vasculares.

Este pequeño grupo de células principiantes continúan dividiéndose y formando grupos de muchos elementos pequeños que se desarrollan en primordios de raíz.

La división celular continúa y pronto cada grupo de células toma la apariencia de punta radical. Un sistema vascular se desarrolla en el nuevo primordio de raíz y viene a conectarse a los haces vasculares adyacentes.

El ápice de raíz continúa creciendo hacia afuera a través del córtex, emergiendo por la epidermis del tallo. Las raíces adventicias en los tallos irrumpen endógenamente; esto es, se originan hacia adentro del tejido del tallo y se desarrollan hacia fuera (Hartmann y Kester, 1983).

El conocimiento de la anatomía asociada con la formación y progreso de una raíz en las especies puede ser de utilidad, ya que permite el desarrollo y mejoramiento de procedimientos de enraizamiento (Hilaire *et al.*, 1996).

1.3.3.3. Factores que afectan la regeneración de plantas.

Con referencia a la regeneración de la planta se verán los siguientes agentes:

- Selección de material para esquejes (Condiciones fisiológicas de la planta madre, juvenilidad, tipo de madera seleccionada y época del esquejado) .
- Posición del nudo en el tallo.
- Fotoperiodo.
- Tratamiento de los esquejes (Almacenamiento en frío y factores químicos necesarios para una buena reproducción asexual como las auxinas).

Uno de los objetivos de este proyecto es el concerniente a la selección del material para esquejes en lo relativo a su posición u origen a partir de la planta madre.

Múltiples pruebas se han analizado acerca del efecto del fotoperiodo en la formación de una raíz en esquejes, aunque los resultados son confusos, es difícil hacer una generalización (Hartmann y Kester, 1983).

En numerosas plantas ha sido encontrada una conexión entre los procesos de enraizamiento y el tiempo de floración.

Se detecta una caída en el nivel de auxina (i.e. de hormona natural producida en las regiones apicales, en la punta o extremo del tallo) en la etapa de inducción de floración (Heller et al., 1994).

Considerables cambios anatómicos y bioquímicos asociados con la transición de un meristemo vegetativo a uno floral, podrían impactar la formación de una raíz en los esquejes (DéVier y Genève, 1997).

Hartmann *et al.* (1990 en Al-Saqri y Alderson, 1996), postulan que la posición del nudo, podría influenciar la formación radical debido a las modificaciones en el grado de maduración a lo largo del tallo.

Al respecto de la propagación de esquejes de *C. bipinnatus*, tanto las plantas jóvenes como las adultas responden al trasplante, presentando el enraizamiento en los tallos (Arroyo, 1989).

Jensen (1967 en Hansen, 1986), menciona que, generalmente la capacidad de formar raíces aumenta con la distancia a la punta o ápice, esto es, que con las diferencias en el grado de maduración a lo largo del tallo se podría afectar la formación de raíz. Contrariamente Leakey (1983 en Hansen, 1986), reportó en el caso de la especie *Triplochiton scleroxylon*, una disminución secuencial en el porcentaje de enraizamiento, a partir de la posición apical al origen basal del esqueje en la planta.

Wilson (1993 en Al-Saqri y Alderson, 1996), menciona que existen muchas fuentes de variación en el enraizamiento de esquejes, y el origen en el meristemo paterno pudiera ser particularmente importante.

El tratamiento de esquejes semileñosos de *Rosa centifolia* de origen medio y basal dieron una mejor respuesta al enraizamiento que los esquejes apicales y subapicales, lo que sugiere que el origen del esqueje pudiera ser importante para el enraizamiento de esa especie.

La topófisis o influencia de la variación de fase, ha sido reportada muy poco para plantas de madera suave y herbáceas, cuya información es muy limitada a pesar de su enorme importancia en la propagación vegetal en la horticultura (Al-Saqri y Alderson, 1996).

Tukey y Green (1934 en Al-Saqri y Alderson, 1996), mencionan que la estructura y grado de diferenciación varía desde la punta hasta la base. La respuesta al enraizamiento cambia con el grado de dureza del material para propagar.

Al respecto del ideal de esqueje, se cita para *Coleonema* sp., que conforme es más suave el esqueje, el porcentaje de enraizamiento aumenta (Héller et al., 1994).

Los esquejes de madera suave y herbácea son porciones de tallo que se separan de la planta madre y se ponen en un medio apropiado para la producción de raíces adventicias y con ello la formación de una planta nueva.

Es el esquejado de herbáceas como Cosmos, del tipo que se usa para plantas suculentas, se hacen cortes de 7 a 15 cm de largo y se conservan las hojas superiores. Esta clase de estacas herbáceas o esquejes enraízan fácilmente, y no necesitan generalmente la aplicación de estimuladores; sin embargo, se ha visto cuando se agregan estos químicos que se llega a acelerar su enraizamiento.

El tratamiento de esquejes semileñosos de *Rosa centifolia* con la auxina ácido indolbutírico (AIB), se halló que promueve la producción radical. El porcentaje de enraizamiento, número de raíces y la longitud de raíz fueron promovidos, cuando los esquejes se trataron con 3500 ppm de AIB en una solución al 0.03% de hidróxido de potasio (Al-Saqri y Alderson, 1996).

En cuanto a la época del año en que es tomado el esqueje (Lamphear y Meahl, 1961; Marcavillaca y Montaldi, 1964; Morishita, 1964; Hartmann y Loreti 1965; Veitez y Peña, 1968; Nanda y Anand, 1970 y Smith y Wareing, 1972a,b en Anand y Heberlein, 1975), todos concuerdan con que los esquejes de tallo muestran una variación estacional en su respuesta al enraizamiento. Ejemplos de plantas por esquejes de acuerdo a su mejor época del año para propagar se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.- Ejemplos de plantas que se reproducen por esquejes de acuerdo a la época del año. (Linares, 1977).

Nombre vulgar	Nombre científico	Época del año
Begonias	<i>Begonia</i> spp.	todo el año
Boco o arrayán	<i>Buxus</i> spp.	todo el año
Clavel	<i>Dianthus</i> spp.	diciembre-mayo
Coleos	<i>Coleus</i> spp.	diciembre-enero
Cotoneaster	<i>Cotoneaster</i> spp.	diciembre-enero
Ebónimo	<i>Euonimus japonicus</i> Linn.	diciembre-enero
Geranios	<i>Pelargonium</i> spp.	todo el año
Hiedra	<i>Hedera</i> spp.	todo el año
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd	primavera-verano

Como reportó Roberts (1969 en Davies, 1987) la estación en la cual los esquejes son tomados es otro factor importante en la propagación por medio de esquejes que podría influenciar la formación de raíces adventicias.

Lo relacionado a la selección del material para esquejes en lo concerniente al almacenamiento en frío es un tema que es objetivo secundario de este proyecto, así como las condiciones para un buen tratamiento de refrigeración en concordancia con muchos de los aspectos promotores de enraizamiento.

Conover (1976); Heursel y Kamoen (1976); Odom y Holley (1954) y Stone y Shubert (1959 en Eisenberg *et al.*, 1978), ampliaron el tiempo de almacenamiento de refrigeración en esquejes enraizados y no enraizados.

El tiempo de almacenamiento en frío suele estar restringido con la pérdida de pigmentación, defoliación, invasión de organismos patógenos, altos grados de transpiración, respiración excesiva y por la condición del material biológico en el momento de establecer el almacenamiento.

Flint y McGuire (1962); Zinder y Hess (1956); Holley (1959) y Lutz y Handemburg (1968) en Eisenberg *et al.*, (1978), encontraron que es mediante el retardo de la respiración, transpiración y defoliación, la pérdida de pigmentación y crecimiento de patógenos, que el refrigerado ha sido útil en ampliar la vida en almacenamiento de esquejes.

Los factores necesarios para un buen tratamiento de refrigeración son:

- Minimizar el estrés hídrico, siendo que un bajo potencial de agua está relacionado con un mal enraizamiento,
- mantener las reservas de carbohidratos a un buen nivel para no perjudicar el potencial de enraizamiento;
- prevenir enfermedades fúngicas y evitar la acumulación de gases (CO₂, etileno) a concentraciones tóxicas para el material vegetal.

Pues son los elementos del almacenamiento de los esquejes en el comportamiento subsiguiente de las plantas, grandemente influenciados por la humedad relativa, la temperatura, la composición gaseosa de la atmósfera de almacenamiento, la especie vegetal, los organismos patógenos, las condiciones de crecimiento de la planta donadora y la fecha de colecta (Behrens, 1988)

Existen muchas razones para mantener las hojas en esquejes almacenados antes y a continuación de ser removidos de la refrigeración.

Hartmann y Kester (1975 en Eisenberg *et al.*, 1978), observan que las hojas producen auxinas y cofactores de enraizamiento ya que son un sitio de síntesis de carbohidratos. Sin estos tres agentes de promoción (auxinas,

cofactores y carbohidratos) que son producidos en la hojas, el enraizamiento muy probablemente podría ser inhibido o reducido.

Estacas herbáceas típicas son las de crisantemos, begonias y geranios; en plantas de hojas grandes, como las begonias, a menudo es necesario recortar algunas hojas para evitar el marchitamiento y conservar el espacio en la cama de propagación.

También se da el enraizamiento en un tipo de estaca de tallo formado sólo por un trozo de tallo sin hojas, usado en la propagación de la plantas monocotiledóneas como *Diefenbachia picta*. Junto con la formación de raíces adventicias, las yemas latentes se desarrollan para formar tallos (Hartmann y Kester, 1987).

1.3.4. Reguladores de enraizamiento

El desarrollo normal de una planta depende de la interacción de un gran número de factores internos y externos. De los primeros los principales son los que regulan el crecimiento y que se analizaron en el subcapítulo 1.3.3, a continuación se considerará un último factor interno en el desarrollo de la planta que es el agente químico “auxina”.

Son los factores externos de acuerdo a Raven *et al.* (1992): la luz, la temperatura, la duración del día, la gravedad y algunos más, cualidades importantes.

La palabra hormona proviene del griego *hormon* que significa “excitar”. Sin embargo, actualmente está claro que muchas de estas sustancias tienen efectos inhibitorios. Por lo tanto, se cree más acertado considerarlas reguladores químicos en vez de estimuladores, aunque este término aún se está puntualizando.

La respuesta de un determinado regulador no sólo depende de la estructura química, sino de cómo lo reconoce el receptor (especificidad tisular) (Raven *et al.*, 1992).

La dominancia apical en el patrón típico de desarrollo, se caracteriza por la punta del tallo creciendo con sus hojas jóvenes, las cuales ejercen un efecto inhibitorio en el desarrollo de yemas laterales debajo del ápice y en la evolución posterior de ramas laterales que pudieran desarrollarse (Weier *et al.*, 1982) .

El descubrimiento en 1934 y 1935 de las auxinas, como el ácido indolacético (AIA), fue de gran valor en “estimular” la producción de raíces adventicias en tallos y estacas de hojas, y en menor grado en los segmentos de raíz; siendo un gran avance en la historia de la propagación.

El amplio rango de especies químicas sintéticas que surgen en la horticultura engendran respuestas muy variables.

Especialmente sorprendente es el hecho de que sustancias análogas al ácido indolacético (AIA) puedan ser inactivas como auxinas y por otro lado, químicos de tan diversos tipos como los ácidos fenoxiacético, naftalenacético, benzoico y picolínico sean altamente activos como reguladores (Leopold y Kriedemann, 1975).

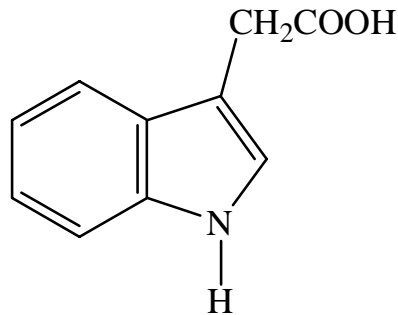
Thimann (1937), estableció que ningún tejido vegetal es más estimulado por la auxina que los tallos y coleóptilos. Aproximadamente en todos los tejidos meristemáticos las concentraciones altas de auxinas traen consigo inhibición de tal fenómeno más que estimulación (Leopold y Kriedemann, 1975).

1.3.4.1. Ácido indolacético (AIA).

El término auxina designa cualquier hormona perteneciente al grupo auxínico, pero a menudo se usa como sinónimo del ácido indol-3-acético, que es la principal sustancia natural. Se le reconoce comercialmente como ‘auxina’ ó ‘heteroauxina’ cuando es sintetizada artificialmente.

Los aspectos estructurales esenciales de la molécula del ácido indol-3-acético son: el anillo de benceno y una cadena lateral de ácido acético

ligados por un anillo pirrólico (compuesto heterocíclico C_4H_5N , con ciclo pentagonal, extraído del alquitrán de hulla).



Ácido Indol 3-acético (AIA)

Koepfli *et al.*, (1938 en Leopold y Kriedemann, 1975), tratan tres aspectos generales de la molécula considerados comúnmente como necesarios para la actividad auxínica: un anillo insaturado, una cadena lateral acídica y algunas relaciones espaciales entre las dos.

Poco después del descubrimiento de la auxina y del reconocimiento de su papel en la regulación de la elongación celular, se descubrió un efecto inhibitorio de la auxina relacionado con el crecimiento de las yemas laterales.

La auxina se sintetiza principalmente en las puntas o extremidades del tallo y ramas jóvenes, en las yemas y hojas jóvenes y en general en los meristemos (Rojas-Garcidueñas y Ramírez, 1993).

La auxina dentro de la planta principalmente se transporta activamente como AIA-inositol, desde los ápices de los brotes hacia la base de la planta; o sea en sentido basipétalo.

Se asume que el proceso de transporte implica una interacción del ácido indolacético (AIA) con las membranas plasmáticas de las células vegetales (Raven *et al.*, 1992).

Es en el lugar en donde va a actuar, que se desliga y pasa a auxina libre y se adhiere a la proteína receptora para efectuar su acción. Cuando se sintetiza en el ápice de la raíz tiene transporte acropétalo (Rojas-Garcidueñas y Ramírez, 1993).

La auxina u hormona vegetal que regula el crecimiento de las plantas, tiene una clara influencia en la diferenciación del tejido vascular del vástago en desarrollo. En los callos se observan efectos parecidos en los cuales se induce la formación de dicho tejido.

La sutileza de la función reguladora del crecimiento, pone de manifiesto que los factores que lo regulan nunca actúan solos, sino que operan acompañados de otros internos como los azúcares u otros reguladores de crecimiento vegetal.

La aplicación de auxina causa una gran variedad de efectos distintos según el tiempo de aplicación, la especie de la que se trate y especialmente del tejido implicado (Raven *et al.*, 1992).

Es una característica de las auxinas el que a concentraciones bajas estimulen el metabolismo y desarrollo, y que a cantidades altas lo depriman y sea tóxica como muchos otros compuestos fisiológicamente activos.

Las preparaciones en polvo duran sin perder su fuerza cerca de 8 meses, si son guardados en recipientes cerrados y mantenidos bajo refrigeración.

La destrucción por bacterias del ácido indolacético ocurre con facilidad en soluciones no esterilizadas. El AIA es sensible a la luz, cuando son preparadas soluciones diluidas de ácido, deben ser utilizadas inmediatamente debido a su rápida degeneración (Hartmann y Kester, 1983).

Las auxinas en interacción con otras hormonas ejercen un efecto característico sobre la diferenciación celular, suscitando la formación de órganos adventicios. Se dice que promueven además una desdiferenciación celular retornando las células a una fisiología de meristemo (capaz de división celular), tomando diversos caminos de rediferenciación o formando masas de células indiferenciadas, pudiendo causar la muerte como sucede con los herbicidas auxínicos.

Como algo concomitante al efecto sobre el alargamiento, división y diferenciación celular, se tiene la acción de las auxinas sobre la dominancia apical y los tropismos.

Entre los principales procesos orgánicos que controlan estas sustancias, está la iniciación de la radícula y de las raíces adventicias (Rojas-Garcidueñas y Ramírez, 1993).

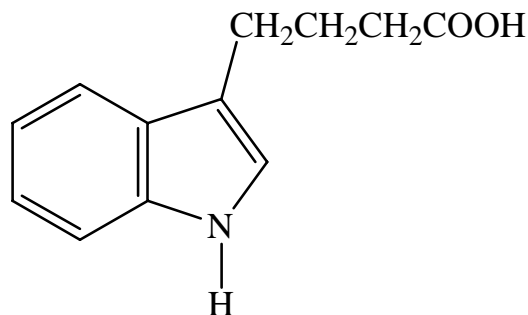
Citan Haissig y Davis (1994 en Ballester *et al.*, 1999), que las auxinas han sido conocidas por estar involucradas en el proceso de formación de raíz adventicia durante largo tiempo.

Audus (1959) y Jarvis (1986) en Heller *et al.* (1994), mencionan que la primera operación práctica que tuvieron las auxinas se relaciona con su efecto promotor de la formación de raíces adventicias, como el principal factor que anima el enraizamiento en la mayoría de las plantas.

A su vez Heloir *et al.* (1996 en Ballester *et al.*, 1999), indican que las fases fisiológicas interdependientes que comprenden el proceso de enraizamiento, están asociadas con los cambios en la concentración de auxina endógena.

1.3.4.2. Ácido indolbutírico (AIB).

El AIB tiene una actividad auxínica débil, pero que es relativamente estable e insensible a los sistemas enzimáticos de degradación de auxinas (Davies, 1987). Menciona Nickell, (1982 en Wiesman y Lavee, 1995), al AIB como el compuesto más comúnmente utilizado para enraizamiento comercial.



Ácido indolbutírico (AIB)

Con respecto a la estructura química señala Thimann (1958 en Leopold y Kriedemann, 1975), que existe una cierta relación espacial entre el anillo y las cadenas laterales isobutíricas, como en los ácidos indol isobutírico ó 2,4-diclorofenoxisobutírico. Para el primero la conformación lo hace inactivo en algunas pruebas vegetales, aunque tiene actividad auxínica en otras, y el segundo es comúnmente un efectivo antagonista de auxinas.

Coleonema aspalathoides es el ejemplo donde se encontró el enraizamiento afectado por el tipo de esqueje (suave o semileñoso) y por la concentración en la disolución de ácido indolbutírico (AIB) (250 ppm.).

La inmersión de la base de los esquejes fue previo al enraizamiento, e influyó su duración de 4 h de inmersión, en el cual el fotoperiodo y sombreado en las plantas madres, suscitaron el enraizamiento y mejoraron su capacidad de enraizar. La capacidad de enraizamiento se halló estacional, declinando conforme la planta se acercaba al periodo máximo de floración (Heller *et al.*, 1994).

La mezcla de sustancias de promoción de raíz o enraizadores, son a veces más efectivos que los compuestos por si solos, un ejemplo de ello es la composición de partes iguales de ácido indolbutírico (AIB) y de ácido naftalenacético (ANA) que es excelente, pues ambos son utilizados como fitorreguladores, en un número grande y amplio de especies (Hartmann y Kester, 1983).

Se usan auxinas principalmente AIB y ANA pues el AIA es indeseable por ser en exceso móvil y afectar negativamente el desarrollo de las yemas foliares de la estaca retardando la emisión de hojas. Modernamente se han usado fitorreguladores pero las giberelinas y el etefón están contraindicados (Rojas-Garcidueñas y Vázquez, 1995). En un estudio de micropropagación y establecimiento *in vivo* de *Cosmos atosanguineus* (Hook) A. Voss (Asteraceae), especie extinta en la naturaleza, se logró el enraizamiento *in vitro* en agrolita con MS 50% líquido, con ácido indolbutírico 1 mg L⁻¹, en ausencia de sacarosa (Ortega-Larrocea *et al.*, 1996).

Según Wilson (1993 en Al-Saqri y Alderson, 1996), existen muchas fuentes de variación en la propagación de esquejes y el origen de los mismos en el meristemo paterno que pudiera ser particularmente importante.

El tratamiento de tallos semileñosos de *Rosa centifolia* con el AIB se halló que promueve el enraizamiento. El porcentaje de enraizamiento, número de raíces y la longitud de raíz fueron suscitadas, cuando los tallos se trataron con 3500 ppm de AIB en una solución al 0.03 % de hidróxido de potasio.

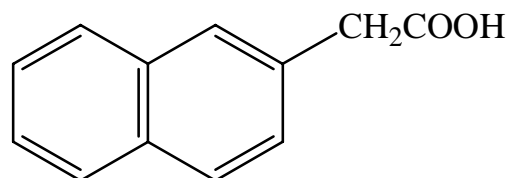
Esquejes medios y basales dieron una mejor respuesta al enraizamiento que los apicales y subapicales, lo que sugiere que para *Rosa centifolia* el origen del esqueje pudiera ser importante para la reproducción asexual en esta especie.

1.3.4.3. Ácido naftalénacetico (ANA).

En el año de 1935, Thimann y Zimmerman, demostraron que, los ácidos naftalenacético (ANA) e indolbutírico (AIB) eran también activos en promover formación de raíces adventicias en esquejes.

La experiencia para la estimulación radical de muchas especies vegetales, ha probado desde entonces que estos dos compuestos son los más efectivos (Hartmann y Kester, 1983).

Se le conoce de manera comercial como 'planofix', 'tre-hold', 'anastop' etc., y químicamente como ácido 1-naftalenacético ó ácido α -naftalenacético.



Ácido naftalenacético (ANA)

Se descubrió que el enlace pirrólico podría ser remplazado por un segundo anillo de benceno para dar ácido naftalenacético, y que también mostró una actividad auxínica fuerte y fue uno de los primeros reguladores de crecimiento que encontraron utilidad comercial importante en la horticultura (Luckwill, 1981).

Las disoluciones no contaminadas de ácido naftalenacético (ANA) y del 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) son activos hasta por un año. Aparentemente no les afecta la luz, son resistentes a la descomposición bacterial y a la destrucción; probablemente ambos mantienen más su efectividad en un periodo largo de tiempo que los compuestos “indólicos” (Hartmann y Kester, 1983).

Con objeto de lograr una propagación masiva por cultivo *in vitro* de yemas laterales y determinar los requerimientos de crecimiento, (González *et al.*, datos no publicados), hicieron combinaciones de AIB y citocininas con la utilización de plantas adultas y en crecimiento vegetativo de *Dahlia imperialis* Roezl. y *Dahlia excelsa*. Según los objetivos de cada experimento se empleó un medio de cultivo MS-62, adicionado con diferentes compuestos y reguladores de crecimiento. La presencia de ANA favoreció el callo en la base de ambas especies, y la de AIA en concentraciones de 0.5 a 1.0 mg L⁻¹, provocó los mejores efectos de enraizamiento tanto en número como en tamaño.

1.3.4.4. Alfa-naftilacetamida.

De nombre químico 2-(1-naftil) acetamida y reconocido como ANAm tiene el apelativo comercial de ‘Amida-delgada’. Una de sus características generales desde el punto de vista del metabolismo en la planta, es la manera como penetra, siendo un compuesto con efecto parecido al de las auxinas naturales.

La penetración de alfa-naftilacetamida (ANAm) en la hoja de la pera, bajo condiciones experimentales, se encontró que presentaba una función lineal en el tiempo y concentración pues se filtraba grandemente al incrementar la temperatura en el tejido.

Los reguladores de crecimiento como lo son el ácido naftalenacético (ANA) y alfa-naftilacetamida (ANAm), son de hecho más efectivos para promover enraizamiento cuando son aplicados en días cálidos y húmedos, cuando las condiciones de baja sequía prevalecen (Luckwill,1981).

2. Materiales y métodos

Se realizó un experimento del enraizamiento de esquejes de *Cosmos bipinnatus* en el Área del Conocimiento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, durante el cual hubo dos fases: el momento inicial en el Laboratorio de Morfofisiología Vegetal en noviembre de 1996 y el final en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo en el año de 2004, esta última etapa buscó cubrir los vacíos de información que se generaron al paso del tiempo de la tesis.

El experimento en sus dos etapas se realizó en el mismo estado de crecimiento y la misma etapa fisiológica, de ahí que el diseño experimental fuera aproximadamente el mismo, pero con resultados abordados de diferente forma en su análisis estadístico.

2.1. Ensayo Inicial

Como todo el experimento esta fase incluyó el enraizamiento de esquejes de plantas en estado de crecimiento reproductivo (en floración temprana).

En noviembre de 1996 se colectaron 200 plantas silvestres de *C. bipinnatus* de talla media en floración, de una localidad urbana en el sur de la Ciudad de México a 2200 msnm, en los camellones de la avenida Nabor Carrillo, Colonia Olivar de Los Padres, Delegación Álvaro Obregón, frente al actual club Centro Libanés

Plantas de poca ramificación o unicaules en etapa temprana de floración (yemas y flores de reciente antesis), las longitudes variaron en el rango de 30 cm a 1.0 m de largo.

Se hicieron dos tipos de esquejes, los primeros de tallo lateral (γ_1) [con diámetro en un rango de 0.2 a 0.3 cm] y los segundos de tallo principal (γ_2) [con diámetro en un rango de 0.4 a 0.6 cm]. Se pretendió que ambos tipos fueran de 8 cm longitud, con 2 ó 3 nudos a los que se les quitaron las

hojas inferiores para evitar el exceso de evapotranspiración, realizando el corte en diagonal siempre a 1 cm por abajo del nudo y eliminando el meristemo apical.

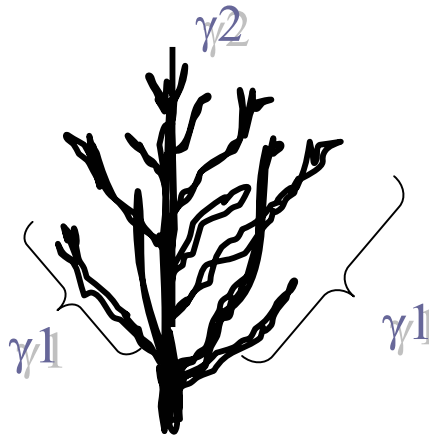


Figura 6.- Origen de donde fue tomado el esqueje de acuerdo a la posición del tallo en la planta madre de *C. bipinnatus* [Tallo lateral (γ_1) y principal (γ_2)]

La mitad de cada tipo de esquejes fueron refrigerados 17 horas a una temperatura de $5^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, y la otra mitad conservados a temperatura ambiente.

Se desinfectaron los esquejes bañándolos en hipoclorito de sodio 1:3 en agua, y enjuagándolos con agua de la llave. Los esquejes fueron humedecidos con una disolución fungicida de Captan (N-triclorometil-mercapto-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida) 2.5 g/L.

Se dispusieron 200 esquejes para el grupo control (sin auxina) " α_1 ", y 300 esquejes por cada tipo de enraizador, se impregnaron en la auxina correspondiente el tercio inferior de los esquejes:

- 1) Concentración " α_2 ": Radix 1500 (AIB 1.5 g/Kg, y ANA 0.2 g/Kg),
- 2) Concentración " α_3 ": la mezcla de Radix 1500 + Radix 10000 (AIB 5.7 g/Kg y ANA 0.2 g/Kg).

En una cámara de propagación se dispusieron los esquejes en tres charolas de 360 por 220 por 50 mm, con agrolita, dejando 1.5 cm de

separación entre cada individuo, con 80.5% de humedad relativa, la temperatura de sustrato osciló entre los 21 y 24°C.

Se iluminaron combinando luz de día indirecta en el laboratorio (mes de octubre), más la luz artificial en el día (de 8:30 A.M. a 6:00 P.M.) de 50 watts ó 240 V con lámpara fluorescente, con riegos 3 veces al día.

Se evaluó el enraizamiento mediante observaciones directas al microscopio estereoscópico en ciclos de tres días durante tres semanas con tiempos de observación de aproximadamente 8 hrs. El procedimiento consistió en que se tomaron los esquejes uno por uno, observando la base del tallo retirando la agrolita y valorando el nivel de promoción radical.

La manera como se observaron las variables consideradas fueron por tanto: enraizador con 3 posibilidades, refrigeración y origen del esqueje de acuerdo a la posición del tallo, éstos últimos con 2 alternativas en cada caso, lo cual dio un total de 12 tratamientos a saber:

1^{er}. Tratamiento: 50 esquejes de tallo lateral sin refrigeración y sin enraizador.

2^{do}. Tratamiento: 50 esquejes de tallo principal sin refrigeración y sin enraizador.

3^{er}. Tratamiento: 50 esquejes de tallo lateral con refrigeración y sin enraizador.

4^o Tratamiento: 50 esquejes de tallo principal con refrigeración y sin enraizador.

5^o Tratamiento: 75 esquejes de tallo lateral sin refrigeración y enraizador Radix 1500.

6^o Tratamiento: 75 esquejes de tallo principal sin refrigeración y enraizador Radix 1500.

7^o Tratamiento: 75 esquejes de tallo lateral con refrigeración y enraizador Radix 1500.

8º Tratamiento: 75 esquejes de tallo principal con refrigeración y enraizador Radix 1500.

9º Tratamiento: 75 esquejes de tallo lateral sin refrigeración y enraizador Radix 1500 + 10 000 (proporción 1:1 V/V)

10º Tratamiento: 75 esquejes de tallo principal sin refrigeración y enraizador Radix 1500 + Radix 10 000 (proporción 1:1 V/V)

11º Tratamiento: 75 esquejes de tallo lateral con refrigeración y enraizador Radix 1500 + Radix 10 000 (proporción 1:1 V/V)

12º Tratamiento: 75 esquejes de tallo principal con refrigeración y enraizador Radix 1500 + Radix 10 000 (proporción 1:1 V/V)

Muestreados cada siete días, durante tres semanas (21 días), como tiempo de realización del ensayo inicial.

Cuadro 4.- Tratamientos en el ensayo inicial de enraizamiento de *C. bipinnatus*.

	Esquejes			
	Tallo Lateral γ_1		Tallo Principal γ_2	
Enraizador (Auxina)	No Refrigerados ($\beta_1\gamma_1$)	Refrigerados ($\beta_2\gamma_1$)	No Refrigerados ($\beta_1\gamma_2$)	Refrigerados ($\beta_2\gamma_2$)
Ninguno α_1	50 Trat.1	50 Trat.3	50 Trat.2	50 Trat.4
Radix 1500 α_2	75 Trat.5	75 Trat.7	75 Trat.6	75 Trat.8
Radix 1500 + Radix 10,000 α_3	75 Trat.9	75 Trat.11	75 Trat.10	75 Trat.12

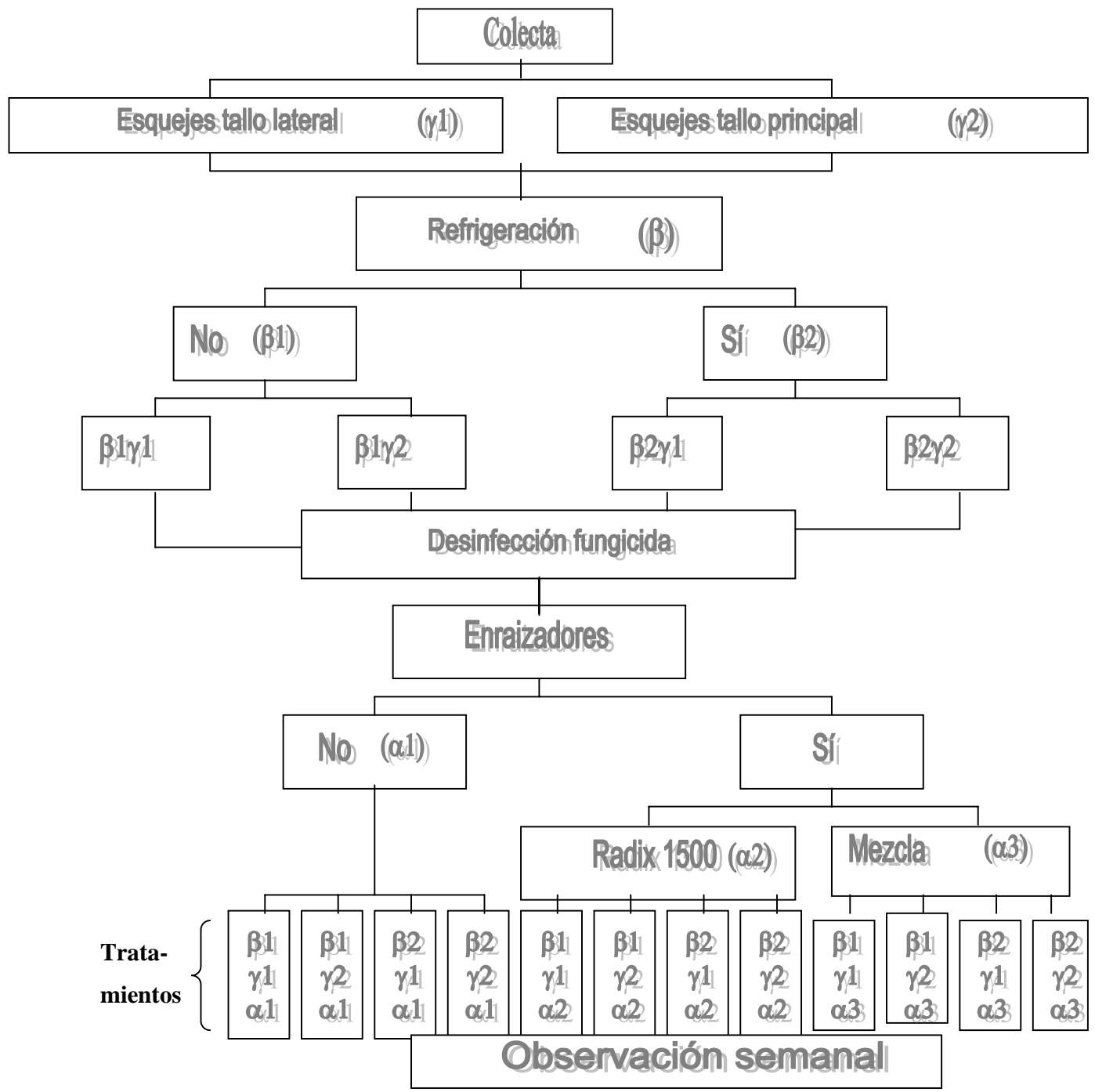


Figura 7.- Etapas en la realización del ensayo inicial del enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus*.

En cuanto a los parámetros de estimación para el ensayo inicial, el ensayo en esta etapa arrojó magnitudes poco medibles lo que implicó utilizar de una forma más elaborada los parámetros en su diseño estadístico de acuerdo a las características principales del objetivo de enraizamiento.

En lo referente al registro de datos, se realizó la valoración semanal del enraizamiento de acuerdo al siguiente plan:

Lote $\beta_2\gamma_2$ con α_1 , α_2 y α_3 – muestreados: días 7, 14 y 21,

Lotes $\beta_1\gamma_2$ y $\beta_1\gamma_1$ con α_1 , α_2 y α_3 –muestreados: días 8, 15 y 22;

y el lote $\beta_2\gamma_1$ con α_1 , α_2 y α_3 –muestreados: días 9,16 y 23.

La valoración del enraizamiento resultado de una observación directa en el microscopio estereoscópico permitió la utilización de una escala cualitativa con muestreo al azar [20 muestras (control α_1), 25 muestras (α_2 y α_3) en cada lote] y con un total de 280 esquejes observados.

Cuadro 5. Fases de enraizamiento de los esquejes de *C. bipinnatus* en el ensayo inicial

Signo	Etapa
0	Sin enraizamiento
1	Etapa inicial: Primer estadio de desarrollo en el que se presenta formación de callos.
2	Etapa de raíces iniciales.
3	Etapa de emergencia de raíces (en que proliferan primordios de raíz y comienzan a ser numerosas).
4	Etapa de raíces visibles.

Se evaluó el número total de esquejes enraizados por tratamiento (se consideró enraizado a partir de la formación de callos), y también el estado de desarrollo de acuerdo a la etapa de enraizamiento por tratamiento y por variable (enraizador, refrigeración y posición).

El análisis estadístico fue basado en un modelo con 3 fuentes de variabilidad en el diseño, los cuales están representando a los enraizadores (α), la refrigeración (β) y el origen o posición del esqueje con respecto al tallo de la planta madre (γ); en una aproximación estadística utilizando tablas de análisis de varianza como lo requiere el paquete Statistica (ver apéndices I, II y III).

2.2. Metodología del ensayo final

Debido al resultado poco significativo del ensayo inicial (con una valoración cualitativa) y después de hacer varias pruebas muy favorables con *C. bipinnatus* a nivel casero, se observó la necesidad de llevar a cabo un ensayo final con un diseño experimental parecido al inicial y de ser posible mejorado en el cual se llegara a un análisis del enraizamiento más cuantitativo.

A finales de septiembre y principios de octubre de 2004, basados en un mejor y más familiar manejo de la planta se colectaron 12 plantas silvestres de *C. bipinnatus*, de poca ramificación y unicaule (sin ramificación) en etapa temprana de floración (yemas y flores de reciente antesis), de talla longitud promedio de 1.0 m de largo en floración, en las áreas de cultivo y experimentación de la Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco.

Se eliminó el tratamiento Radix 1500-10000, por ser una concentración demasiado alta que radicalmente desencadenaba una inhibición del enraizamiento en esta planta herbácea.

Buscando simplificar el ensayo final se omitió considerar la refrigeración; fue el análisis de los resultados del factor para la no refrigeración en el ensayo inicial quien resultó significativo en la tercera semana de enraizamiento, por lo que pudo ser interesante investigarlo.

Ya que el diámetro del tallo indica o hace referencia al lugar en el tallo de la planta donde es mejor propagar, hubo la necesidad de redefinir el

origen de acuerdo a la posición en la planta. El lugar del cual es tomado el esqueje varió mucho de nudo a nudo de posición a posición, más aún si se tiene el propósito de descubrir si hay una relación de la posición en el tallo materno mas exacto y eficaz para su enraizamiento.

Si en el ensayo inicial se denotaron 2 tipos de esquejes (γ_1 = Tallo principal de 0.2 a 0.3 cm; y γ_2 =Tallo principal de 0.4 a 0.6 cm). En el ensayo final se hicieron 4 tipos de esquejes, de 15 cm longitud, con 3 nudos, a los que se quitaron las hojas más basales, con el corte inferior de 1 a 1.5 cm. por abajo del nudo en diagonal, de la siguiente manera:

- Esquejes de tallo principal-apical (δ_1): diámetro promedio 0.45 cm.
- Esquejes de tallo principal-basal (δ_2): diámetro promedio de 1.0 cm.
- Esquejes de tallo lateral-apical (η_1): diámetro promedio de 0.30 cm.
- Esquejes de tallo lateral-basal (η_2): diámetro promedio de 0.40 cm.

Inmediatamente al esquejado se desinfectaron los esquejes bañándolos en una disolución con el fungicida llamado Benlate (1.0 g/l).

Se utilizó Benlate ya que es un buen fungicida agrícola cuyo principio activo es el Benomilo (metil 1-(butilcarbomoil) 2-benzimidazol carbamato). No menos de 50% (Equivalente a 500 g de p.a./Kg) a diferencia del captan que es un producto muy utilizado en el cultivo del clavel, por ejemplo, y que puede ser nocivo a la naturaleza, además de que pertenece a la “docena sucia”, i.e. prohibidos en los países de origen (R.A.A.A , 1992).

No queriendo depredar mucho la planta del Cosmos y de acuerdo a la misma arquitectura de la planta; del total de plantas colectadas se obtuvieron 14 esquejes para el lote control (sin auxina), un total de 44 esquejes para el lote enraizador Radix 1500 y 60 esquejes para el lote de Raizone plus.

Se impregnó la auxina al tercio inferior de los esquejes en sus diferentes disoluciones: 1) Concentración α_2 : Radix 1500 (AIB 1.5 g/Kg); 2) Concentración α_3 : Raizone plus (α -naftilacetamida 1.2 g/Kg y ácido indolbutírico 0.6 g/Kg).

Fueron plantados en bolsas de plástico de 20 cm de diámetro con agrolita, el ensayo en esta etapa final duró 21 días: esto es, una semana en el laboratorio para su adaptación, al finalizar esta semana se asperjó nuevamente fungicida Benlate (1 g/l) y Fungimycín *100 (1 g/l) (2 litros) Ingrediente activo:

-Estreptomina (Sulfato de estreptomina con un contenido base no menos de 80%, ni menos de 18.75%, equivalente a 150 g de I.A./Kg) y

-Oxitetraciclina (Clorhidrato de Oxitetraciclina, con un contenido base no menor a 75% no menos de 2.00%). Se llevaron los esquejes al invernadero para el resto de la experimentación.

Los esquejes fueron colocados cada 3-4 cm, con 80.5% de humedad relativa, en mesas altas de madera sin calentar el sustrato. Se iluminaron con luz de día indirecta en el invernadero (mes de octubre), sin luz artificial, con riegos 2 veces al día o uno abundante.

Se evaluó el enraizamiento mediante un cálculo directo del número de raíces y midiendo con regla graduada en centímetros para la longitud radical.

El experimento se desarrolló en el Laboratorio e Invernadero de Floricultura del Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. La manera como se observaron las variables consideradas fueron: 1) enraizador con 3 eventos y 2) posición, ésta última con 4 alternativas en cada caso, lo cual dio un total de 12 tratamientos a saber:

a) Macetas Control (sin enraizador α_1) con los cuatro tratamientos:

Tratamiento 1º.- 2 esquejes de tallo principal - apical ($\alpha_1\delta_1$).

Tratamiento 2º.- 3 esquejes de tallo principal - basal ($\alpha_1\delta_2$).

Tratamiento 3º.- 4 esquejes de tallo lateral - apical ($\alpha_1\eta_1$).

Tratamiento 4^o.- 5 esquejes de tallo lateral - basal ($\alpha_1\eta_2$).

b) Macetas de Radix 1500, α_2 :

Tratamiento 5^o.- 8 esquejes de tallo principal - apical ($\alpha_2\delta_1$),

Tratamiento 6^o.- 8 esquejes de tallo principal - basal ($\alpha_2\delta_2$),

Tratamiento 7^o.- 12 esquejes de tallo lateral - apical ($\alpha_2\eta_1$),

Tratamiento 8^o.- 16 esquejes de tallo lateral - basal ($\alpha_2\eta_2$),

c) Macetas de Raizone plus, α_3 :

Tratamiento 9^o.- 8 esquejes de tallo Principal - Apical ($\alpha_3\delta_1$),

Tratamiento 10^o.- 10 esquejes de tallo Principal - Basal ($\alpha_3\delta_2$),

Tratamiento 11^o.- 20 esquejes de tallo Lateral - Apical ($\alpha_3\eta_1$),

Tratamiento 12^o.- 24 esquejes de tallo Lateral - Basal ($\alpha_3\eta_2$); todos ellos muestreados y observados al final de la realización del ensayo de 21 días.

Cuadro 6.- Total de esquejes en el ensayo final de *C. bipinnatus*.

Enraizador (Auxina)	Número de esquejes por tratamiento			
	Tallo Principal		Tallo Lateral	
	Apical δ_1	Basal δ_2	Apical η_1	Basal η_2
Ninguno α_1	02 Primer tratamiento	03 Segundo tratamiento	04 Tercer tratamiento	05 Cuarto tratamiento
Radix 1500 α_2	08 Quinto tratamiento	08 Sexto tratamiento	12 Séptimo tratamiento	16 Octavo tratamiento
Raizone Plus α_3	08 Noveno tratamiento	10 Décimo tratamiento	20 Onceavo tratamiento	24 Doceavo tratamiento

En relación a los parámetros de estimación para el ensayo final, se valoró el resultado del enraizamiento según las medidas características de esta población de esquejes, de la siguiente forma:

Un registro de datos, con una evaluación al final de los tres lotes experimentales a los 21 días del experimento. (Ya fuera del ensayo de enraizamiento se observó su trasplante).

Se midió el enraizamiento por observación directa, a todos los esquejes de todos los lotes (número y longitud de raíces). Y finalmente se realizó la comparación de los factores de origen y tratamiento auxínico, con el análisis de pruebas de significancia univariada únicamente para el número de raíces, tal como lo requiere el programa.

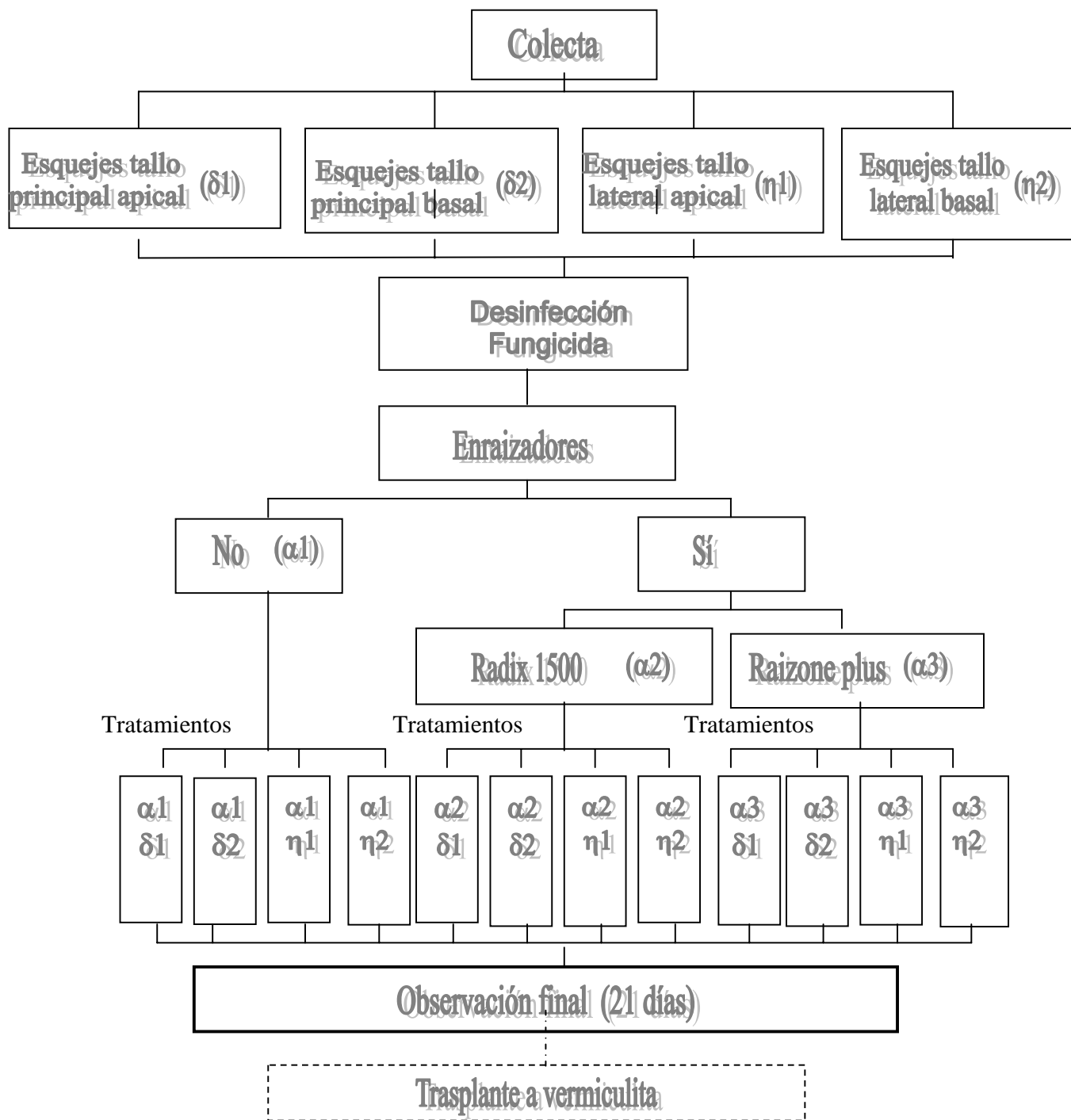


Figura 8.- Etapas en la realización del ensayo final del enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus*.

3. Resultados y Discusión

3.1. Ensayo Inicial

Dado que se obtuvieron en ese momento del experimento valores de enraizamiento apenas cuantitativos, se discuten los resultados para todos los efectos (Factor Regulador, Refrigeración y Posición del esqueje), utilizando la herramienta estadística.

3.1.1. Factor fitoregulador (Enraizadores)

El primer factor experimental fue el efecto auxínico en el enraizamiento de esquejes. Dado que fue evaluado semanalmente, a continuación se muestran los resultados en las tres semanas que incluyó el primer ensayo.

Tabla 1.-Resultados del enraizamiento de *C. bipinnatus* en el experimento inicial a los 7, 14 y 21 días de cultivo. Número de esquejes que formaron raíces en relación a los distintos factores considerados en los tres tiempos del cultivo (Ref.= Refrigerado).

	Núm. de esquejes a los 7 días				14 días				21 días			
	tallo principal		tallo lateral		tallo principal		tallo lateral		tallo principal		tallo lateral	
	Ref.	No Ref.	Ref.	No Ref.	Ref.	No Ref.	Ref.	No Ref.	Ref.	No Ref.	Ref.	No Ref.
Control (de 20)	4	11	0	4	9	9	4	2	4	7	4	4
Radix 1500 (de 25)	12	13	9	7	16	18	5	8	12	16	7	7
Mezcla (de 25)	5	6	4	4	15	2	1	6	14	11	4	7
Total	21	30	13	15	40	29	10	16	30	34	15	18

3.1.1.1. Valoración a los 7 días.

El cultivo de los esquejes de *C. bipinnatus* a los 7 días (Variable estadística del Tiempo Uno, en la primera semana de evaluación, presentó para el factor fitorregulador los siguientes resultados:

El Radix 1500 que es el enraizador " α_2 " (de concentración baja) promovió y obtuvo el mayor número de esquejes enraizados en su mejor tratamiento de tallo principal sin refrigerar con 13/25 esquejes (Tabla 1 en página anterior).

Con un valor del estado de desarrollo radical por esqueje de 1.69 (Ver la Tabla 2 en Página 61 y el cálculo de valores del estado de desarrollo en el Apéndice Uno, páginas 81 y 82).

El "Cálculo de valores del estado de desarrollo radical por esqueje" se calcula mediante la suma del número de esquejes en determinada etapa de enraizamiento en cada semana de evaluación. Por ejemplo el resultado para *C. bipinnatus* en el ensayo inicial a los 7 días de cultivo tiene un valor del estado de desarrollo radical de 1.69 para el esqueje de tratamiento Tallo principal / no refrigerado/ Radix 1500.

Resultado a su vez de considerar el número de esquejes en estadía 1=5 esquejes con valor de uno; estadía 2=7 esquejes con valor de dos y estadía 3=1 esqueje con valor tres; dividido entre el total de esquejes por tratamiento: Esto es, tratamiento 6 (Tallo principal, no refrigerado con Radix 1500) en la primera semana fue:

$5(1)+7(2)+1(3)=22$ dividido entre el numero total de esquejes por tratamiento: $22/13 = 1.69$

El valor 1.69 en la primera semana para dicho tratamiento, indica que el enraizamiento en ese momento estuvo entre la etapa de formación de callos entrando a la etapa de raíces iniciales.

El Control (sin auxina) obtuvo un número de esquejes enraizados para su mejor tratamiento, de tallo principal sin refrigerar de 11/20 y un valor del estado de desarrollo radical por esqueje de 1.73.

La Mezcla (Radix 1500 + Radix 10,000) que es el enraizador “ α_3 ” (concentración alta), obtuvo para su mejor tratamiento (tallo principal y no refrigeración) 6/25 esquejes y un valor del estado de desarrollo radical por esqueje de 2; un estado de desarrollo de esquejes mayor en comparación con el Radix 1500.

En el tiempo uno el ensayo presentó ciertos marchites de los esquejes y hongos. Se procedió a asperjar con captan (2.5 g/l), se ventiló, procurando muy levemente bajar la humedad en el medio aéreo. Al haber tanta humedad se procedió a subir la temperatura del sustrato para que evaporara, se quitaron las hojas necrosadas de los esquejes en las orillas de las charolas, se redujo la cantidad de agua, hidratando según fue necesario.

Fue interesante observar que los dos tratamientos de auxinas parecieron promover equivalentemente el enraizamiento en la primera semana, cuando la acción de la auxina era vital; no así bajo el caso del control, lo que dio como consecuencia que para *C. bipinnatus* en este tiempo se encontraran diferencias estadísticas significativas (Valor P de las Anovas: Enraizador = 0.0067 significativa; Origen = 0.0022 significativa). Ver tabla 17 de resultados en el Apéndice III.

3.1.1.2. Valoración a los 14 días.

El efecto del fitoregulador del cultivo de esquejes de *C. bipinnatus* en el tiempo 2 resultó:

Con la concentración de auxina, Radix 1500, el tratamiento del tallo principal sin refrigeración obtuvo por segunda vez, el mayor número de esquejes enraizados con 18/25 esquejes (Tabla 1) y un valor en su estado de desarrollo radical de 2.38 por esqueje (Tabla 3 en la página 62).

En el Control se observó el enraizamiento en las cuatro fases de reproducción, y el mismo número de esquejes enraizados para las variantes: tallo principal sin refrigerar y de tallo principal refrigerado de 9/20, y un valor del estado de desarrollo radical de 2.1 para el primero y de 3 para el segundo tipo de esquejes principal.

El efecto de la mezcla (Concentración alta del enraizador) resultó con un número de esquejes enraizados de 15/25 para el tratamiento de tallo principal refrigerado (Tabla 1), y un valor del estado de desarrollo radical de 1.86 (tabla 3).

Las diferencias estadísticas en el factor auxínico volvieron a ser significativas con el Radix 1500 como el tratamiento que más favoreció el enraizamiento.

3.1.1.3. Valoración a los 21 días.

El factor fitorregulador resultó estadísticamente no significativo; sin embargo, para la concentración de Radix 1500 arrojó el tratamiento de tallo principal - sin refrigerar un enraizamiento en 16/25 esquejes (Tabla 1) y un valor de estado de desarrollo radical de 2.62 por esqueje.

El Control obtuvo del tratamiento de tallo principal no refrigerado, 7/20 esquejes que formaron raíces (Tabla 1, página 53). El promedio de dicho tratamiento fue de un valor del estado de desarrollo radical de 2.43 (Tabla 4, página 63).

El resultado para la mezcla resultó estadísticamente el menor, pues fue el tratamiento de tallo principal -refrigerado de 14/25 esquejes. El promedio del número de raíces para dicho tratamiento de 2.33 por esqueje (Tabla 4).

En esta evaluación se siguió asperjando captan y se notó una irremisible baja de promoción radical, los esquejes se fueron pudriendo en un alto porcentaje.

En términos generales los esquejes fueron afectados por la alta humedad que prevaleció, siguieron apareciendo hongos y hasta 2 larvas de insecto en un esqueje. Los cambios de temperatura a pesar de que se buscaron lo más estable y constantes, debieron bajar mucho en la noche en el laboratorio, resultando en un factor de tensión en los esquejes.

Como primer factor de estudio, el efecto fitoregulator tuvo un resultado significativo en la 1ª y 2ª evaluaciones con la concentración de Radix 1500 como la que más promovió el fenómeno, registrando su máximo a los catorce días.

3.1.2. Análisis del factor de refrigeración

El presente efecto de refrigeración fue únicamente considerado para el primer ensayo. Algunas veces resulta conveniente tomar esquejes en ciertas épocas, como cuando las plantas de vivero se podan y se les da forma y entonces almacenarlos para enraizarlos posteriormente.

Las estacas de crisantemo y de claveles sin enraizar se pueden almacenar en bolsas de plástico selladas durante varias semanas a -0.5 °C para su enraizamiento posterior. En pruebas efectuadas respecto a los efectos de almacenamiento en el comportamiento subsiguiente de las plantas, se encontró que se obtenían mejores resultados con las estacas puestas a enraizar después del almacenamiento que con aquellas almacenadas después de que habían enraizado (Hartmann y Kester, 2000); de ahí la importancia de plantear en un primer momento del diseño experimental a este factor con vistas al prealmacenamiento de esquejes de *C. bipinnatus*.

El lote refrigerado en el primer tiempo de evaluación a los 7 días de cultivo, obtuvo valores poco distintos a los del lote no refrigerado, se consideran resultados no significativos estadísticamente (Ver Apéndice III y Tabla 17).

En la valoración a los 14 días de cultivo, la combinación de efecto refrigeración y el factor origen resultó significativa. El mismo tratamiento 6 de tallo principal no refrigerado (con Radix 1500), obtuvo un número de esquejes de 18/25 (Tabla 1), y un valor del estado de desarrollo radical de 2.38 (Tabla 3 en la página 62), no hay diferencias significativas entre el lote refrigerado y el no refrigerado (Apéndice III y Tabla 18).

El efecto del factor refrigeración del cultivo de esquejes de *C. bipinnatus* (variable estadística en el tiempo tres) resultó significativo a los 21 días de la siguiente forma:

El tratamiento no refrigerado obtuvo mejor promedio; con un número de esquejes enraizados de 16/25 el más alto (tallo principal-no refrigerados-con Radix 1500) (Tabla 1), con un valor del estado de desarrollo radical de 2.62 (Tabla 4 en la página 63) por esqueje. Mientras que el lote de refrigeración arrojó valores de enraizamiento más bajos, de 14/25 esquejes enraizados para el tratamiento de tallo principal- refrigerado-con mezcla; y su valor del estado de desarrollo radical de 2.33 (Tabla 4).

El hecho de que este factor de refrigeración fuera no significativo en la 1ª y 2ª evaluación, y significativo en la última, sugiere la posibilidad de que este factor de refrigeración tenga un efecto a mayor plazo, i.e. conforme pasan los días se nota la utilidad de enfriar (ver apéndice III y tabla 19).

Las condiciones de almacenamiento en frío, pudieron influir en el relativo éxito de la propagación, en la muerte de esquejes o en la reducción del potencial de enraizamiento. La duración del periodo de refrigeración depende de las condiciones de almacenamiento, del estado de los esquejes y de la especie que se trate.

3.1.3. Efecto del origen del esqueje

El factor de la posición de donde es tomado el esqueje en la planta madre respondió de la siguiente manera:

3.1.3.1. Tallo principal.

Los esquejes tomados de tallo principal fueron al parecer mejores que los de tallo lateral en los tres ciclos de evaluación.

El valor más alto a los 7 días lo obtuvo el tratamiento de esquejes de tallo principal-no refrigerado-Radix 1500, que se propagó con un número de esquejes enraizados de 13/25 (tabla 1) y un valor del estado de desarrollo radical de 1.69 por esqueje, principalmente en etapa "1" (callos) y "2" con raíces iniciales apenas perceptibles. (Ver tabla 2).

La misma variante de tallo principal como factor de origen a los catorce días de cultivo de *C. bipinnatus*, resultó ser el mejor tratamiento el 6° (Esquejes no refrigerados de tallo principal y Radix 1500), con 18/25 esquejes enraizados (tabla 1) y un valor del estado de desarrollo radical de 2.38 (ver tabla 3).

A los 21 días del enraizamiento de *C. bipinnatus* (variable estadística del tiempo tres) el mismo tratamiento 6° resultó menor en el número de esquejes enraizados de 16/25 (Tabla 1) pero un valor más alto del estado de desarrollo radical de 2.62.

Fue el tratamiento 4° (tallo principal /refrigerado /sin hormona) el que resultó con un valor más alto en su etapa de desarrollo (promedio de 2.75 raíces) en el tiempo tres (ver tabla 4). Analizando lo anterior parece indicarse que el tratamiento 4° es relativamente mejor que el 6° porque la hormona pudiera estar inhibiendo.

3.1.3.2. Tallo lateral

Con valores más bajos que para el tallo principal, se obtuvo a los 7 días un número de esquejes enraizados de 9/25 del tratamiento: tallo lateral–refrigerado- con Radix 1500 (Tabla 1); y con 1.66 en su valor de desarrollo radical (Tabla 2).

A los 14 días el tratamiento 5º de tallo lateral- no refrigerado-Radix 1500 arrojó un número de esquejes enraizados de 8/25 (Tabla 1) y un valor del estado de desarrollo radical de 2.37 (Tabla 3).

A los 21 días resultó en un número de esquejes enraizados de 7/25 para ambos tratamientos de tallo lateral-no refrigerado-Radix 1500 y Mezcla (tabla 1) y un valor de estado de desarrollo radical de 2.14 en los dos tratamientos (Tabla 4).

3.1.4. Consideraciones necesarias para el ensayo inicial

En cuanto al ensayo inicial, para los esquejes de *C. bipinnatus* cultivados en estado fisiológico maduro o de crecimiento productivo el enraizamiento inició tan pronto como en la primera semana en esquejes de tallo principal en estadios 1, 2 y 3 con mejores promedios de enraizamiento que los de tallo lateral. Fue en la segunda semana cuando los esquejes de tallo principal ya tuvieron desarrollo en estadios 1, 2, 3 y 4, no siendo igual para los laterales que no desarrollaron a plenitud estas cuatro etapas de iniciación, a excepción de los tratamientos $\alpha_2\beta_1\gamma_1$ (Esquejes de tallo lateral + Radix 1500 + no refrigerado) y $\alpha_3\beta_1\gamma_1$ (Esquejes de tallo lateral + con mezcla +no refrigerado) que sí presentaron las estadías a los 21 días por la posible razón de que la auxina en esta posición del tallo si favorezca.

Sólo el 28% de los esquejes laterales enraizaron después de 21 días, mientras el 72% de los de tallo principal enraizaron después de 14 días. En la figura 9 (ver página 64), admirablemente los más altos valores de estado de desarrollo radical fueron:

- ❖ Tratamiento $\alpha_1\beta_2\gamma_2$ (refrigerado-tallo principal-control), principalmente a los 14 días.
- ❖ Tratamiento $\beta_1\gamma_2$ (no refrigerado-tallo principal) para la mezcla (valor 2.18), el control (2.43) y sobretodo α_2 (Radix 1500) (valor 2.62), a los 21 días.

Esto indica posiblemente que el enraizamiento de *C. bipinnatus* para todo el ensayo inicial los mejores tratamientos radicarón en la posición del tallo principal, sin la auxina con refrigeración principalmente a los 14 días, e indistintamente de la auxina sin refrigeración a los 21 días.

Tabla 2.-Resultado del enraizamiento de *C. bipinnatus* en el ensayo inicial a los 7 días de cultivo. La interacción de la variable de origen, el lote de esquejes del factor refrigeración y el enraizador. (Número de esquejes enraizados y valor del estado de desarrollo radical en el tiempo uno a los 7 días del ensayo).

Tipo de Esqueje	Número de Esquejes Enraizados	Valor del estado de desarrollo radical
Tallo principal/ Refrigerado/Control	4/20	2.5
Tallo principal/Refrigerado/Radix 1500	12/25	2
Tallo principal/Refrigerado/Mezcla	5/25	1.6
Total	21/70	Promedio: 2.03
Tallo principal /No refrigerado/Control	11/20	1.73
Tallo principal/No refrigerado/Radix 1500	13/25	1.69
Tallo principal/No refrigerado/Mezcla	6/25	2
Total	30/70	Promedio: 1.81
Tallo lateral/Refrigerado/Control	0/20	0
Tallo lateral /Refrigerado/Radix 1500	9/25	1.66
Tallo lateral/Refrigerado/Mezcla	4/25	1.75
Total	13/70	Promedio: 1.14
Tallo lateral/No refrigerado/Control	4/20	2
Tallo lateral/No refrigerado/Radix 1500	7/25	1.85
Tallo lateral/No refrigerado/Mezcla	4/25	2.25
Total	15/70	Promedio: 2.03

(NOTA.-Los valores del estado de desarrollo radical corresponden a las etapas: 0= Sin promoción; 1= Callo; 2= Iniciales o primordios; 3= Emergencia y 4= Raíces)

Tabla 3.-Resultado del enraizamiento de *C. bipinnatus* a los 14 días en el ensayo inicial. La interacción de la variable de origen; el lote de esquejes refrigerados y sin refrigerar y el factor fitoregulator. (Número de esquejes enraizados y valor del estado de desarrollo radical en el tiempo dos a los 14 días).

Tipo de Esqueje	Número de esquejes enraizados	Valor del estado de desarrollo radical
Tallo principal/ Refrigerado/Control	9/20	3
Tallo principal/Refrigerado/Radix 1500	16/25	2.5
Tallo principal/Refrigerado/Mezcla	15/25	1.86
Total	40/70	Promedio: 2.45
Tallo principal /No refrigerado/Control	9/20	2.1
Tallo principal /No refrigerado /Radix 1500	18/25	2.38
Tallo principal/No refrigerado/Mezcla	2/25	1
Total	29/70	Promedio: 1.83
Tallo lateral/Refrigerado/Control	4/20	2.25
Tallo lateral /Refrigerado/Radix 1500	5/25	1.6
Tallo lateral/Refrigerado/Mezcla	1/25	2
Total	10/70	Promedio: 1.95
Tallo lateral/No refrigerado/Control	2/20	2.5
Tallo lateral/No refrigerado/Radix 1500	8/25	2.37
Tallo lateral/No refrigerado/Mezcla	6/25	2.16
Total	16/70	Promedio: 2.34

(NOTA.-Los valores del estado de desarrollo radical corresponden a las etapas, 0= Sin promoción; 1= Callo; 2= Iniciales o primordios; 3= Emergencia y 4= Raíces).

Tabla 4.-Resultado del enraizamiento de *C. bipinnatus* a los 21 días en el ensayo inicial. Se muestra la interacción de la variable de origen, el factor de esquejes refrigerados y sin refrigerar y el fitorregulador. (Número de esquejes enraizados y valor del estado de desarrollo radical en el tiempo tres a los 21 días).

Tipo de Esqueje	Número de Esquejes Enraizados	Valor del estado de desarrollo radical
Tallo principal/ Refrigerado/Control	4/20	2.75
Tallo principal/Refrigerad/Radix 1500	10/25	1.6
Tallo principal/Refrigerado/Mezcla	14/25	2.33
Total	28/75	Promedio: 2.23
Tallo principal /No refrigerado/Control	7/20	2.43
Tallo principal/No refrigerado/Radix 1500	16/25	2.62
Tallo principal/No refrigerado/Mezcla	11/25	2.18
Total	34/75	Promedio: 2.41
Tallo lateral/Refrigerado/Control	4/20	1
Tallo lateral /Refrigerado/Radix 1500	7/25	1.28
Tallo lateral/Refrigerado/Mezcla	4/25	2
Total	15/75	Promedio: 1.43
Tallo lateral/No refrigerado/Control	4/20	1.25
Tallo lateral/No refrigerado/Radix 1500	7/25	2.14
Tallo lateral/No refrigerado/Mezcla	7/25	2.14
Total	18/75	Promedio: 1.84

(NOTA.-Los valores del estado de desarrollo radical corresponden a las etapas, 0= Sin promoción; 1= Callo; 2= Iniciales o primordios; 3= Emergencia y 4= Raíces)

Enraizamiento de *Cosmos bipinnatus*

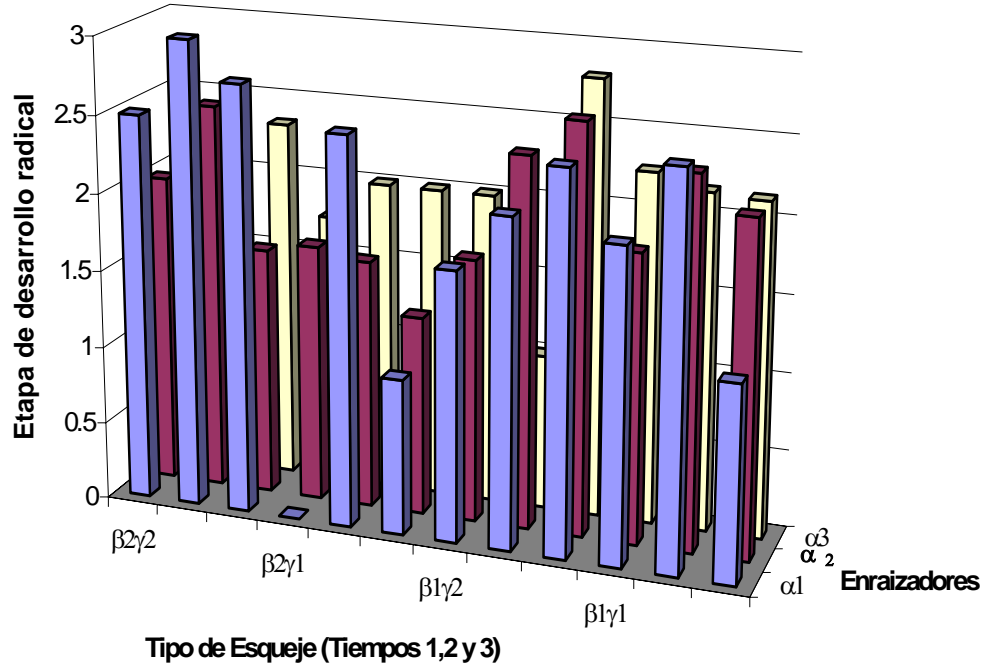


Figura 9. Enraizamiento de *C. bipinnatus* en todo el ensayo inicial. Etapa de desarrollo radical (Valor del estado de desarrollo radical) (Eje Y), mientras el eje X indica el ORIGEN en interacción con el factor de REFRIGERACIÓN: (Refrigerado tallo principal ($\beta_2\gamma_2$), Refrigerado tallo lateral ($\beta_2\gamma_1$), No refrigerado tallo principal ($\beta_1\gamma_2$) y No refrigerado tallo lateral ($\beta_1\gamma_1$), para el tiempo 1 (a los 7 días), tiempo 2 (a los 14 días) y tiempo tres (a los 21 días del experimento); y el tratamiento de AUXINA (Eje Z): Control (α_1), Enraizador α_2 (RADIX 1500) y Enraizador α_3 (Mezcla de RADIX 1500 + RADIX 10,000).

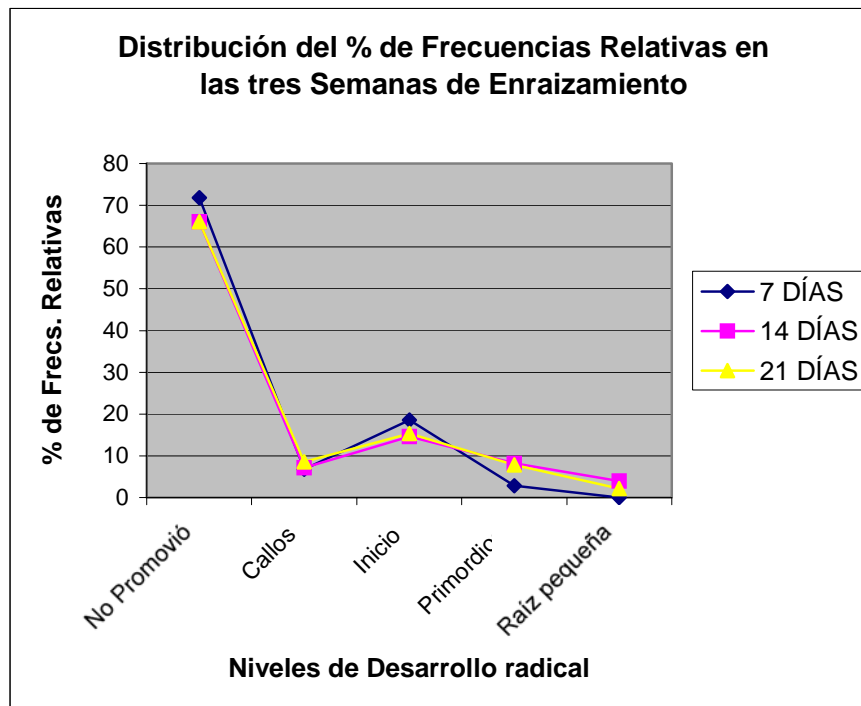


Figura 10.-Distribución del porcentaje de frecuencias relativas en las tres semanas de enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* para el ensayo inicial.

La aireación de los esquejes en el momento de las observaciones los días 7, 14 y 21, pudo haber afectado en el enraizamiento, ya que el oxígeno es letal para la raíz. Es probable que al sacar y poner al esqueje en contacto con el exterior en el momento de observar semanalmente los esquejes durante el primer ensayo, pudiera inhibir el proceso.

El error de haber tomado los esquejes la primera semana y no haberlos marcado, no permitió saber si a la segunda y tercera semanas se detenía el proceso o no, saber esto, nos hubiera ayudado a conocer la velocidad de crecimiento y explicaría el por qué de que en el primer ensayo se mermara el enraizamiento.

Se discute también el motivo por el cual se decidiera a usar 2 concentraciones de enraizadores, lo cual para *C. bipinnatus* de entrada fue un tanto arbitrario pues se desconocía este dato. Así mismo, cabría preguntarse si el número de horas de refrigeración (17) altera la promoción del enraizado afectándolo irreversiblemente o no.

3.2. Ensayo Final

A diferencia del ensayo inicial aquí se vierten los resultados para dos efectos (Origen y Enraizador). El factor origen y el tratamiento auxínico no fueron significativos, lo que dio como resultado que la hipótesis de la interacción de ambos factores fuera nula (se acepta). El diseño estadístico factorial resulta incompleto para salvar la carencia de datos del tratamiento testigo. No obstante de las combinaciones de origen y tratamiento auxínico no se pudo determinar un modelo. La tabla de significancia resultó para los tratamientos auxínicos y la intercepción (el factor μ).

3.2.1. Tablas de resultados del ensayo final

Tabla 5. Resultados de enraizamiento a los 21 días de esquejes de *C. bipinnatus* en el ensayo final para el lote de Radix 1500 (IBA 0.15 %), de acuerdo al número de raíces (Núm.) y longitud radical (Long.) según su origen. (Ver continuación de tabla 5 en la siguiente hoja)

Esqueje	Esquejes con Radix 1500							
	Tallo principal				Tallo lateral			
	Apical		Basal		Apical		Basal	
Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	
1	25	2.5	X	X	45	3.0	40	2.0
2	50	2.5	X	X	30	1.5	X	X
3	25	2.0	X	X	40	3.0	10	1.0
4	80	4.0	X	X	X	X	X	X
5	15	1.5	X	X	45	1.5	40	1.0
6	15	1.5	X	X	X	X	10	1.0
7	X	X	40	2.5	4	1.0	80	1.5
8	X	X	12	1.0	10	0.5	50	2.5
9					X	X	130	2.0
10					65	1.5	X	X
11					45	1.5	80	1.0
12					80	1.5	90	2.0
13							100	1.5
14							60	3.5

Esquejes con Radix 1500

Esqueje	Tallo principal				Tallo lateral			
	Apical		Basal		Apical		Basal	
	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)
15							80	2.0
16							50	1.5
Promedio	35	2.42	26	1.75	40.4	1.6	63.8	1.73

(X= Esqueje no enraizado).

En esta tabla 5, se muestra el enraizamiento de esquejes de plantas de *C. bipinnatus* a los 21 días de cultivo. Se obtuvieron esquejes enraizados a partir de la segunda semana y fueron tomados los datos finales en la tercera semana.

Tabla 6. Resultados de enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* en el ensayo final para el lote de Raizone Plus (Alfaftilacetamida 0.12% e IBA 0.06%) de acuerdo al número de raíces (Núm.) y longitud radical (Long.) según su origen (Ver continuación de la tabla 6 en la siguiente página).

Esquejes con Raizone Plus

Esqueje	Tallo principal				Tallo lateral			
	Apical		Basal		Apical		Basal	
	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)
1	140	1.0	X	X	64	4.0	120	1.0
2	70	2.0	16	1.0	185	2.0	180	1.5
3	200	3.0	10	2.0	5	0.5	X	X
4	15	1.0	X	X	20	1.0	50	1.0
5	175	1.0	X	X	35	1.0	180	2.0
6	110	1.5	X	X	82	1.0	X	X
7	60	1.5	X	X	130	1.5	105	0.5
8	45	1.5	X	X	110	3.0	30	2.0
9			80	3.0	95	3.0	130	1.0
10			X	X	10	0.5	180	0.5
11					20	0.5	90	1.0
12					180	1.5	150	0.5
13					45	1.5	50	2.0

Esquejes con Raizone Plus

Esqueje	Tallo principal				Tallo lateral			
	Apical		Basal		Apical		Basal	
	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)
14					180	2.5	1	0.5
15					45	2.0	X	X
16					65	2.5	100	0.5
17					X	X	75	1.0
18					35	1.0	85	1.5
19					200	0.5	70	0.5
20					180	0.5	80	1.0
21							10	0.5
22							X	X
23							120	1.0
24							190	1.0
Promedio	101.9	1.69	35.3	2.0	88.7	1.58	99.8	1.02

(X= Esqueje no enraizado).

Tabla 7. Resultados de enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* en el ensayo final para el lote Testigo (Sin auxina) de acuerdo al número de raíces (Núm.) y longitud radical (Long.) según su origen.

Esquejes Testigo (Sin auxina)

Esqueje	Tallo principal				Tallo lateral			
	Apical		Basal		Apical		Basal	
	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm).	Núm.	Long.(cm)	Núm.	Long.(cm)
1	8	1.0	X	X	X	X	8	0.5
2	X	X	X	X	X	X	X	X
3			3	0.5			3	1.0
4							X	X
5							X	X
Promedio	8	1.0	3	0.5	-	-	5.5	0.75

(X = Esqueje no enraizado)

Los esquejes de *C. bipinnatus* presentaron un enraizamiento del 75.5%, lo cual ocurrió en un periodo de tiempo de 21 días. En los siguientes apartados se señalan los resultados por tratamiento y variable de estudio (Fig. 11 y tabla 8).

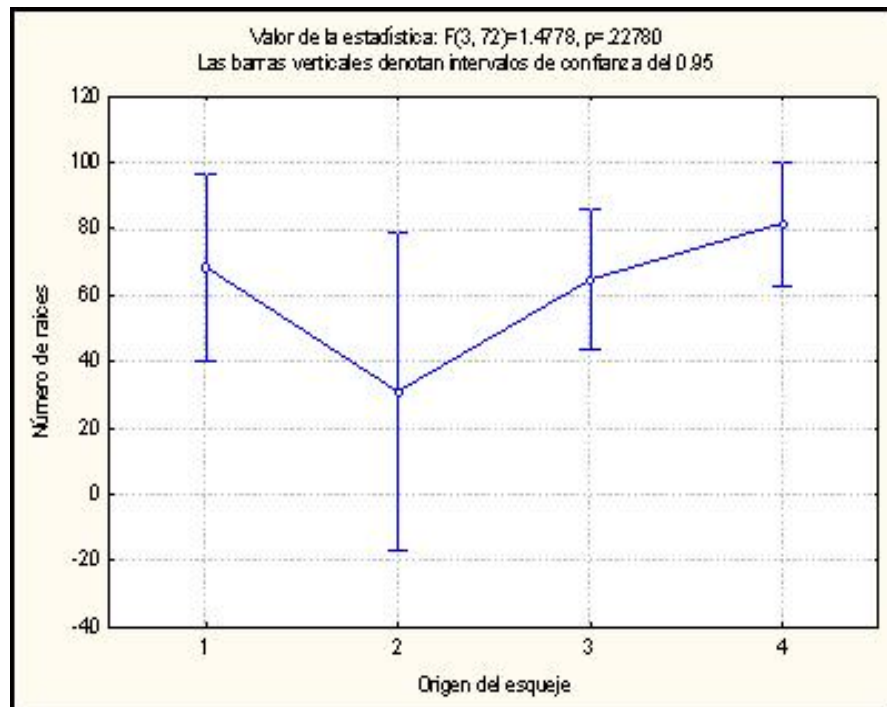


Figura 11.- Distribución comparativa de medias del Número de Raíces de *C. bipinnatus* de acuerdo al Origen del esqueje en el ensayo final (Valor de la estadística: $F(3,72)=1.4778, p=0.22780$).- (Descomposición efectiva de la hipótesis.- Barras verticales denotan intervalos de confianza de 0.95 (Origen 1: tallo principal-apical; 2: tallo principal-basal; 3: tallo lateral-apical; 4: tallo lateral-basal).

Tabla 8.- Resultado del análisis estadístico para la prueba univariada de significancia del número de raíces por esqueje de *C. bipinnatus*.

Pruebas univariadas de significancia para número de raíces (Datos Estadísticos);						
Prueba sigma-restringida de parameteorización; Descomposición efectiva de la hipótesis						
Efecto	Suma Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios.	F	p	
Interceptado	169786.7	1	169786.7	61.22867	0.000000	
origen	12293.4	3	4097.8	1.47775	0.227804	
tratamiento	18361.1	1	18361.1	6.62138	0.012136	Significativo
origen* trata- miento	3764.2	3	1254.7	0.45248	0.716335	
Error	199655.6	72	2773.0			
Estadística descriptiva (Datos Estadísticos)						
	Nivel	Nivel	N	Raíces		
Total			80	75.6125		
origen	Princ.-apical		14	73.2143		
origen	Princ.-basal		5	31.6000		
origen	Lateral-apical		28	73.2143		
origen	Lateral-basal		33	85.3333		

3.2.2. Análisis del efecto origen del esqueje.

Al realizar pruebas estadísticas de acuerdo al número de raíces, el resultado del origen no fue significativo, lo cual puede interpretarse como el que para efectos de propagación es posible enraizar cualquier parte vegetativa de *C. bipinnatus* sin importar el origen o procedencia del esqueje de la planta madre.

Sin embargo se advierte en la figura 11 de comparación de medias para la variable origen (ver página anterior), el tallo principal-basal fue el origen que cuantitativamente obtuvo el promedio menor (31.6 raíces) en el ensayo final. Son pocos esquejes los que se pueden obtener de dicho origen, ahí sus tejidos son muy lignificados, su concentración de auxinas suele ser más baja, por lo tanto su respuesta al enraizamiento es menor.

Mientras que el tallo lateral-basal fue la posición que obtuvo el mayor promedio (85.33 raíces por esqueje); en este caso se pueden obtener un

número variable de esquejes en función de su capacidad de ramificación (33 esquejes de tallo lateral basal contra 6 esquejes de tallo principal basal de 12 plantas). En la posición del esqueje lateral-basal los tejidos son de condición herbácea y su concentración de auxina suele ser más baja pero suficiente para reaccionar.

Para el factor origen de acuerdo a la posición del cual es tomado el esqueje en la planta madre se reportó en la literatura: “con pocas excepciones el enraizamiento es promovido cuando los esquejes son tomados de la porción más baja en lugar de la más alta, tanto en las plantas madres herbáceas como leñosas” (Moe y Andersen en Davis *et al.*, 1988).

Se cita para *Coleonema* sp. que conforme es más suave el esqueje, el porcentaje de enraizamiento aumenta (Héller *et al.*, 1994).

Wilson (1993 en Al-Saqri y Alderson, 1996), señaló que existen muchas fuentes de variación en el enraizamiento de esquejes y el origen respecto a la distancia entre el meristemo apical y el punto de emergencia de las raíces. Sin embargo, interesante analizar para *C. bipinnatus* que reprodujo tanto en sus zonas basal (lateral) y apical (principal y lateral) el que contrariamente a los esquejes semileñosos de *Rosa centifolia* los procedentes de zonas subapicales a diferencia de regiones más basales enraizaran más lentamente, produjeran menos raíces y presentaran un porcentaje de enraizamiento más bajo.

3.2.3. Análisis del tratamiento auxínico.

En el cuadro correspondiente al efecto de los enraizadores, el tratamiento de Raizone plus obtuvo el mayor resultado: 50 esquejes con un promedio de 92.06 raíces; mientras que para el Radix 1500 su porcentaje de enraizamiento fue de 30 esquejes con un promedio de 48.2 raíces por esqueje (Figura 12 y tabla 9)

Tabla 9.-Resultado del análisis estadístico para el tratamiento auxínico de acuerdo al número de raíces en esquejes de *C. bipinnatus*.

Estadística Descriptiva (Datos Estadísticos)			
	Nivel de	N	Raíces
tratamiento	RADIX 1500	30	48.2
tratamiento	Raizone plus	50	92.06



Figura 12.- Comparación gráfica del enraizamiento en los tratamientos Raizone plus (los dos esquejes a la izquierda) vs. Radix 1500 (los dos a la derecha).

Hartmann *et al.*, (1990 en Wiesman y Lavee, 1995), señalan que un enraizamiento exitoso de esquejes es determinado tanto por el número de raíces formadas, como por la elongación radical y crecimiento.

Eliasson (1981 en Wiesman y Lavee, 1995), menciona está muy documentado que un balance delicado entre factores endógenos estimuladores e inhibitorios controlan el enraizamiento de los esquejes.

Según Davies y Haissig y Hartmann *et al.* (1990, en Wiesman y Lavee, 1995) distinguen que la auxina estimula el enraizamiento, mientras las citoquininas y giberelinas lo inhiben.

En el factor experimental de enraizador, la concentración de hormona “ α_3 ” (Raizone plus) con su concentración más baja de ácido indolbutírico (AIB) mezclada con alfa-naftilacetamida (ANAm), fue el tratamiento más favorable. De ahí que un agente importante que marca la diferencia entre los enraizadores es su composición química, la cual suele variar fuertemente entre los diferentes productos.

Algunos de ellos contienen cofactores esenciales para el proceso de enraizamiento. Otros más contienen fungicidas que garantizan la protección contra agentes fitopatógenos, lo cual asegura por consiguiente la expresión del efecto del enraizador.

Para este caso el alfa-naftilacetamida (ANAm) es la sustancia química que pareció favorecer el enraizamiento, en comparación con el caso Radix 1500 que solo tiene ácido indolbutírico (AIB) en una concentración diferente.

En ocasiones algunos propagadores suelen trabajar con la mezcla de varios enraizadores, lo cual suele dar mejores resultados que cada uno de los químicos por separado.

Añadiendo un pequeño porcentaje de ciertos compuestos fenoxicos al AIB o al ANA, se ha obtenido un excelente enraice y se han obtenido sistemas radicales cualitativamente mejores que aquellos logrados únicamente con compuestos fenoxicos. De manera similar otras pruebas han mostrado que con la combinación de AIB, ANA y el 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), se obtuvo un enraizamiento mucho mejor que con cualquiera de estas auxinas por separado (Hartmann y Kester, 1987).

En todo el mundo, los investigadores han efectuado pruebas en la mayoría de las especies de plantas cuya propagación es de interés, buscando determinar el valor de varias sustancias sintéticas promotoras de enraizamiento e inducir la formación de raíces en las estacas.

Aunque de ordinario para las estacas de herbáceas no se necesitan sustancias estimuladoras del enraizamiento, con frecuencia se les usa para

obtener uniformidad en el enraice y el desarrollo de un sistema radical abundante (Hartmann y Kester, 1987).

Un factor importante a considerar es la concentración propia del enraizador; probablemente la concentración del AIB puede igualar o mejorar los resultados del Raizone plus.

En el presente experimento la combinación de auxinas AIB y alfanafetilacetamida (ANAm) en el Raizone plus fue la que pudo estar favoreciendo el enraizamiento.

Tabla 10.-Resultado del análisis estadístico para la interacción del tratamiento auxínico y el origen de acuerdo al número de tallos enraizados (N) y Valor de las Raíces en esquejes de *C. bipinnatus*.

Estadística Descriptiva (Datos Estadísticos)

	Nivel de	Nivel de	N	Raíces
origen*tratamiento	Princ.-apical	RADIX 1500	6	35,0000
origen*tratamiento	Princ.-apical	Raizone plus	8	101,8750
origen*tratamiento	Princ.-basal	RADIX 1500	2	26,0000
origen*tratamiento	Princ.-basal	Raizone plus	3	35,3333
origen*tratamiento	Lat.-apical	RADIX 1500	9	40,4444
origen*tratamiento	Lat.-apical	Raizone plus	19	88,7368
origen*tratamiento	Lat.-basal	RADIX 1500	13	63,0769
origen*tratamiento	Lat.-basal	Raizone plus	20	99,8000

Para el caso de las interacciones origen-auxina no hubo significancia en ninguna de ellas, sin embargo, el origen de tallo principal-apical, el de tallo lateral-basal y lateral-apical con Raizone plus tuvieron promedios semejantes. (en un rango de 88.7 a 101.8 raíces por esqueje); la textura herbácea en los tres casos es muy semejante.

De la misma manera, se puede asumir que al tener hojas en desarrollo, su concentración de auxinas sea relativamente igual; por lo que la respuesta como puede observarse de acuerdo a los enraizadores resultó similar.



Figura 13.- Esquema sugerido de propagación de *C. bipinnatus* considerando su ciclo de vida. Se denotan la fase de semilla, plántula, etapa juvenil y etapa productiva de floración temprana y de planta madura; aunque la etapa juvenil es la idónea para propagar vegetativamente, es factible también en etapa de crecimiento reproductivo.

3.2.4. Sinopsis de resultados del experimento final.

Fue posible multiplicar plantas en estado reproductivo, un principio que permitiría comprobar el genotipo de la planta a propagar. También convino estudiar los cambios fisiológicos que se presentan en esta especie durante el proceso de floración (aumento en la concentración de citocininas), pues es posible separar partes de la planta en estado vegetativo o reproductivo y enraizarlos según los resultados obtenidos en el presente experimento.

Fue necesario que las partes vegetativas estuvieran en un estado apropiado de madurez o desarrollo para reactivarse y así reanudar los procesos meristemáticos de producción de raíces y brotes (ver Figura 13).

Se obtuvo el 75.5% de enraizamiento en un periodo de 21 días, según el origen sobresalientemente se obtuvieron 33 esquejes de tallo lateral-basal de 12 plantas (85.33 raíces por esqueje), con el tratamiento auxínico de Raizone plus: 50 esquejes con 92.06 raíces. De cada organismo vegetal se puede obtener al menos 5-8 nuevas plantas, las cuales serán genéticamente idénticas por su origen clonal (vegetativo).



Figura 14.- Esquejes de *C. bipinnatus* floreciendo durante el enraizamiento en el ensayo final.

Lograron los esquejes florecer poco después del enraizamiento (Figura 14), lo cual permitirá la obtención de nuevas semillas. El hecho de obtener varias plantas idénticas permite seleccionar individuos sobresalientes, aún cuando estos hayan sido generados de semilla.

El *C. bipinnatus* presenta una característica del tallo que permite seleccionar aquellas plantas que producirán flores blancas (Arroyo, 1989), por lo que su propagación por semilla es el método más fácil, toda vez que a nivel de plántula se puede seleccionar por el color de su tallo, y su propagación vegetativa estará sujeta a la obtención de plantas sobresalientes.

3.2.5. Rescate de poblaciones y tipo de Cosmos.

Los resultados obtenidos en la presente tesis permitirán aplicarse en aquellos trabajos donde se estudia a nivel de poblaciones las especies de *C. bipinnatus*. Es factible coleccionar en el campo secciones de plantas (nivel basal/lateral y apical/principal) y trasladarlos al invernadero para su posterior enraizamiento y estudio correspondiente.



Figura 15.- Prototipo de esqueje de *C. bipinnatus* enraizado según su origen Lateral-basal bajo tratamiento de Raizone plus en el ensayo final.

De la misma manera, será útil cuando se quiera aumentar la base genética de las poblaciones ya colectadas, considerando el genotipo presente al momento de tomar las secciones de tallo de las plantas silvestres.

3.2.6. Estudios de floración.

Siendo el *C. bipinnatus* una especie facultativa de día corto, resultaría interesante aplicar los resultados aquí obtenidos, en estudios de fisiología de la antesis, donde se observe la capacidad de floración de segmentos de tallo separados del sistema-planta original y donde la raíz es muy limitada en comparación con la parte aérea (relación raíz / parte aérea).

La fisiología de las plantas fotoperiódicas indica que el sistema radical abundante y las reservas de fotosintetatos, son dos elementos importantes para lograr la inducción floral mediante el estímulo fotoperiódico. Las raíces son fuente abundante de síntesis de citocininas y giberelinas, ambas hormonas participan en el proceso de floración (Bernier *et al.*, 1993)..

Como lo ha demostrado Arroyo (1989), el “Cosmos” presenta una diversidad muy grande de flores, donde las lígulas pueden ser muy delgadas dejando espacios entre ellas, o también pueden ser muy anchas, produciendo un capítulo con lígulas superpuestas y de forma redondeada

Sus colores pueden variar del blanco al guinda, pasando por tonos intermedios. El tamaño de sus flores puede ser desde un centímetro hasta diez centímetros en plantas tetraploides.

Los resultados obtenidos indican la posibilidad de clonar individuos deseados tal y como se hace en otros cultivos.

Su condición fotoperiódica y el modelo de propagación asexual, permite evaluar las respuestas de enraizamiento-floración en diferentes estados de desarrollo y condiciones de fotoperiodo.

Los resultados obtenidos son muy útiles, ya que pueden ser una opción a la propagación *in vitro* (que se aplica a *Cosmos atrosanguineus* en el Jardín Botánico de la UNAM).



Figura 16.- Morfología de las flores de *C. bipinnatus* (Fotografía diapositiva tomada de la tesis profesional de Arroyo, M. A., 1989).

4. Conclusiones

1. Los esquejes de Cosmos mejoran su enraizamiento cuando se les aplica auxinas en la base.
2. La mejor concentración de enraizador para favorecer enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* fue Raizone plus (AIB 0.06% + ANAm 0.12%).
3. Los mejores esquejes para enraizamiento fueron aquellos originados de la parte basal-lateral.
4. El proceso de enraizamiento de esquejes de *C. bipinnatus* se llevó a cabo en un periodo de tres semanas, siendo evidente a partir de la segunda semana.
5. De acuerdo con los componentes de los enraizadores comerciales la auxina alfa-naftilacetamida (ANAm), resultó más efectiva para promover el enraizamiento de *Cosmos bipinnatus* que el ácido indol-3-butírico.

Apéndice I.- Valor del estado de desarrollo radical (Ensayo inicial)

Tabla 11.-Calculo de los valores de estado de desarrollo radical (Ensayo inicial)

	Signo	DÍA SIETE				Valor= Ptos/#Esq	DÍA CATORCE				Valor	DÍA VENTIUNO				Valor
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Trata- miento																
$\alpha_1\beta_2\gamma_2$	Ptos.		....	...		10/4=2.5		..	....	....	27/9= 3		.	...		11/4= 2.75
	#Esq.		2	2				2	5	2			1	3		
$\alpha_2\beta_2\gamma_2$	Ptos.	..	....	...		24/12=2	..	..	....	....	40/16= 2.5	..	..	...		16/10= 1.6
	#Esq.	2	8	2			4	4	4	4		5	4	1		
$\alpha_3\beta_2\gamma_2$	Ptos.	..	...			8/5=1.6	..	....			28/15= 1.86	.	....	...		28/14= 2
	#Esq.	2	3				2	13				3	8	3		
$\alpha_1\beta_1\gamma_2$	Ptos.	...	....			19/11=1.7 3	.	...	...	..	19/9= 2.1		..	...		17/7= 2.43
	#Esq.	3	8				3	3	2	1			4	3		
$\alpha_2\beta_1\gamma_2$	Ptos.	...	....	...		22/13=1.6 9	.	....	....	..	43/18= 2.38	.	....	...	....	42/16= 2.62
	#Esq.	5	7	1			3	7	6	2		2	6	4	4	
$\alpha_3\beta_1\gamma_2$	Ptos.		....			12/6= 2	.				2/2=1	.	....	...	....	24/11= 2.18
	#Esq.		6				2					3	5	1	2	
$\alpha_1\beta_2\gamma_1$	Ptos.							...	...		9/4= 2.25	..				4/4=1
	#Esq.	-	-	-				3	1			4				
$\alpha_2\beta_2\gamma_1$	Ptos.	...	....			15/9= 1.66	.	...			8/5= 1.6	..	..			9/7= 1.28

	Signo	DÍA SIETE				Valor= Ptos/#Esq	DÍA CATORCE				Valor	DÍA VENTIUNO				Valor	
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		
Trata- miento																	
	#Esq.	3	6			2	3				5	2					
$\alpha_3\beta_2\gamma_1$	Ptos.	..	..	...		7/4= 1.75	....				8/4=2	....				8/4=2
	#Esq.	2	1	1			....					....
$\alpha_1\beta_1\gamma_1$	Ptos.		....			8/4=2	..	...			5/2= 2.5	..	..			5/4= 1.25
	#Esq.		4				..	...			..	..				..
$\alpha_2\beta_1\gamma_1$	Ptos.	..	....	...		13/7=1.85	.	...	...	....	19/8= 2.37	.	....	...		15/7= 2.14
	#Esq.	2	4	1			.	...	...	....	.	....	...			..
$\alpha_3\beta_1\gamma_1$	Ptos.		...	...		9/4=2.25	.	..	....		13/6= 2.16	.	....	...		15/7= 2.14
	#Esq.		3	1			.	..	....		.	....	...			..

Resultados de enraizamiento de *C. bipinnatus* a los 7, 14 y 21 días en el ensayo inicial. El **valor del estado de desarrollo radical** se calcula mediante el cociente del número de puntos para cada signo dividido con la suma del número de esquejes. Los signos tienen valores equivalentes a la etapa de enraizamiento en que se encuentra el esqueje en el momento de evaluar en las 1^a, 2^a y 3^a semanas, y estos son 0= Sin promoción; 1= Callo; 2= Iniciales ó primordios; 3= Emergencia y 4= Raíces. .

Los tratamientos son: $\alpha_1\beta_2\gamma_2$ (Tallo principal-refrigerado-control); $\alpha_2\beta_2\gamma_2$ (Tallo principal-refrigerado-radix 1500); $\alpha_3\beta_2\gamma_2$ (Tallo principal-refrigerado-Mezcla Radix 1500 + 10 000 proporción 1:1 V/V); $\alpha_1\beta_1\gamma_2$ (Tallo principal-no refrigerado-control); $\alpha_2\beta_1\gamma_2$ (Tallo principal-no refrigerado-radix 1500); $\alpha_3\beta_1\gamma_2$ (Tallo principal-no refrigerado-mezcla); $\alpha_1\beta_2\gamma_1$ (Tallo lateral-refrigerado-control); $\alpha_2\beta_2\gamma_1$ (Tallo lateral-refrigerado-radix 1500); $\alpha_3\beta_2\gamma_1$ (Tallo lateral-refrigerado-mezcla); $\alpha_1\beta_1\gamma_1$ (Tallo lateral-no refrigerado-control), $\alpha_2\beta_1\gamma_1$ (Tallo lateral-no refrigerado-radix 1500) y $\alpha_3\beta_1\gamma_1$ (Tallo lateral-no refrigerado-mezcla).

Apéndice II.- Modelo estadístico del diseño de experimentos (Ensayo inicial)

Se presenta el modelo estadístico del ensayo inicial del diseño de experimentos que se consideró se ajustaba a la investigación desarrollada. Todos los factores contemplados en ella son representados, así como las diversas muestras realizadas.

Es un modelo con 3 factores de diseño: las hormonas (enraizadores) (α), la refrigeración (β) y el origen (γ) o posición del esqueje con respecto al tallo de la planta madre.

$$Y_{ijkl(i)} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl(i)} \quad (1)$$

$$i = 1,2,3 \quad j = 1,2 \quad k = 1,2 \quad \left| \begin{array}{l} l(1) = 1,2,K,20 \\ l(2) = 1,2,K,25 \\ l(3) = 1,2,K,25 \end{array} \right.$$

El número total de observaciones es:

$$20 \times 2 \times 2 + 25 \times 2 \times 2 \times 2 = 80 + 200 = 280$$

(Número de replicas de l(1) (20) x

El número de observaciones en total se justificaron de la siguiente manera. Para la cota 1 (de control o ausencia del factor en cuestión) del enraizador se determinaron 20 observaciones y para los otros dos niveles fueron 25.

Estas condiciones fueron determinadas antes de acudir a la asesoría estadística y motivadas principalmente por considerar que el nivel 1 del enraizador o cota de control en realidad no requería de más observaciones en virtud de que en la literatura estadística se establece que 20 ó 30

observaciones son suficientes para tener una información mediana para el análisis.

La cota del número de observaciones se refiere a la distribución de muestreo de medias, para valores grandes de N ($N \geq 30$), la distribución es aproximadamente normal con media μ y desviación típica (en tanto en cuanto la media poblacional y la varianza sean finitas y el tamaño de la población sea al menos doble que la muestra) (Spiegel, 1991).

μ promedio del nivel de enraizamiento. (Ver escala en sección de valoración)

α_i valor del nivel i del factor α (fitoregulador) [$i = 1, 2, 3$]

β_j valor del nivel j del factor β (refrigeración) [$j = 1, 2$]

γ_k valor del nivel k del factor γ (posición en el tallo) [$k = 1, 2$]

$(\alpha\beta)_{ij}$ valor del nivel i j de la interacción entre α y β

$(\alpha\gamma)_{ik}$ valor del nivel i k de la interacción entre α y γ

$(\beta\gamma)_{jk}$ valor del nivel j k de la interacción entre β y γ

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ valor del nivel i j k de la interacción entre α , β y γ

$l(i)$ número de replicaciones efectuadas en el nivel i del factor α .

$$l(1) = 20, \quad l(2) = l(3) = 25$$

Para que el sistema de ecuaciones que se genera para resolver (1) tenga solución, siempre se pide que:

$$\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 0 \quad \sum_{j=1}^2 \beta_j = 0 \quad \sum_{k=1}^2 \gamma_k = 0$$

$$\sum_{i=1}^3 (\alpha\beta)_{ij} = \sum_{j=1}^2 (\alpha\beta)_{ij} = \sum_{i=1}^3 (\alpha\gamma)_{ik} =$$

$$= \sum_{j=1}^2 (\beta\gamma)_k = \sum_{k=1}^2 (\beta\gamma)_k = \sum_{i=1}^3 (\alpha\beta\gamma)_{jk} = \sum_{j=2}^2 (\alpha\beta\gamma)_{jk} = \sum_{k=1}^2 (\alpha\beta\gamma)_{jk} = 0$$

En general los efectos considerados se contemplan como desviaciones de la media total (μ), y estas pueden ser hacia arriba "+" o hacia abajo "-" en otras palabras aumentando o disminuyendo el promedio total.

Los estimadores de los parámetros, que en particular se obtienen al resolver el sistema de ecuaciones normales que se genera al minimizar la suma de cuadrados de los errores estarán dados por:

$$\hat{\mu} = \bar{Y} \dots$$

$$\hat{\alpha}_i = \bar{Y}_{i\dots} - \bar{Y} \dots$$

$$\hat{\beta}_j = \bar{Y}_{.j\dots} - \bar{Y} \dots$$

$$\hat{\gamma}_k = \bar{Y}_{\dots k} - \bar{Y} \dots$$

$$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{ij} = \bar{Y}_{ij\dots} - \bar{Y}_{i\dots} - \bar{Y}_{.j\dots} + \bar{Y} \dots$$

$$(\hat{\alpha}\hat{\gamma})_{ik} = \bar{Y}_{i\dots k} - \bar{Y}_{i\dots} - \bar{Y}_{\dots k} + \bar{Y} \dots$$

$$(\hat{\beta}\hat{\gamma})_{jk} = \bar{Y}_{.jk\dots} - \bar{Y}_{.j\dots} - \bar{Y}_{\dots k} + \bar{Y} \dots$$

$$(\hat{\alpha}\hat{\beta}\hat{\gamma})_{ijk} = \bar{Y}_{ijk\dots} - \bar{Y}_{ij\dots} - \bar{Y}_{i\dots k} - \bar{Y}_{.jk\dots} + \bar{Y}_{i\dots} + \bar{Y}_{.j\dots} + \bar{Y}_{\dots k} - \bar{Y} \dots$$

Para el caso particular del modelo y los valores de los índices considerados se tiene que:

$$\bar{Y} \dots = \frac{Y \dots}{280}$$

$$\bar{Y}_{i\dots} = \frac{Y_{i\dots}}{N(i) \cdot 2 \cdot 2} \quad \text{con } N(i) = \begin{cases} 20 & \text{si } i \rightarrow 1 \\ 25 & \text{si } i \rightarrow 2,3 \end{cases}$$

$$\bar{Y}_{.j..} = \frac{Y_{.j..}}{2 \cdot 20 + 2 \cdot 2 \cdot 25}$$

$$\bar{Y}_{..k.} = \frac{Y_{..k.}}{2 \cdot 20 + 2 \cdot 2 \cdot 25}$$

$$\bar{Y}_{ij..} = \frac{Y_{ij..}}{2 \cdot N(i)}$$

$$\bar{Y}_{i.k.} = \frac{Y_{i.k.}}{2 \cdot N(i)}$$

$$\bar{Y}_{.jk.} = \frac{Y_{.jk.}}{20 + 2 \cdot 25}$$

$$\bar{Y}_{ijk.} = \frac{Y_{ijk.}}{N(i)}$$

Se obtiene 280 al considerar que en el primer nivel del factor del fitoregulador y las combinaciones de los otros elementos en total se dieron 80 observaciones, esto es, 20x2x2 y que en los niveles segundo y tercero del

enraizador y para las combinaciones de los otros elementos, se realizaron 100 observaciones por cada uno de ellos (25x2x2).

De manera análoga se determinó el número total de observaciones en las medias de los otros factores.

- **Hipótesis a probar mediante el modelo.**

El modelo de diseño de experimentos definitivo se estableció utilizando la tabla de análisis de varianza correspondiente, en donde se están conviniendo las hipótesis siguientes:

$$H_0 : \alpha_i = 0 \quad \forall i \quad vs. \quad H_1 : \alpha_i \neq 0 \quad \text{para alguna } i$$

El aceptar la hipótesis nula en el modelo considerado, tiene como implicación que éste se simplifique un poco más, pues se está aceptando el hecho de que el parámetro en cuestión es nulo, en caso contrario el modelo no se complica más pues lo único que se está haciendo es aceptar que el parámetro en cuestión sí es necesario en el modelo.

$$H_0 : \beta_j = 0 \quad \forall j \quad vs. \quad H_1 : \beta_j \neq 0 \quad \text{para alguna } j$$

$$H_0 : \gamma_k = 0 \quad \forall k \quad vs. \quad H_1 : \gamma_k \neq 0 \quad \text{para alguna } k$$

$$H_0 : (\alpha\beta)_{ij} = 0 \quad \forall i \forall j \quad vs. \quad H_1 : (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \quad \text{para alguna } i, j$$

$$H_0 : (\alpha\gamma)_{ik} = 0 \quad \forall i \forall k \quad vs. \quad H_1 : (\alpha\gamma)_{ik} \neq 0 \quad \text{para alguna } i, k$$

$$H_0 : (\beta\gamma)_{jk} = 0 \quad \forall j \forall k \quad vs. \quad H_1 : (\beta\gamma)_{jk} \neq 0 \quad \text{para alguna } j, k$$

$$H_0 : (\alpha\beta\gamma)_{ijk} = 0 \quad \forall i \forall j \forall k \quad vs. \quad H_1 : (\alpha\beta\gamma)_{ijk} \neq 0$$

para alguna i, j, k

Tabla 12.-Análisis de Varianza (Yi) del modelo estadístico

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F (Estadística)
Enraizador (α)	$\sum_{i=1}^3 (\bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{....})^2$	(3-1)	$CM_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{....})^2}{(3-1)}$	$F_o = \frac{CM_{\alpha}}{CM_{Error}}$
Refrigeración (β)	$\sum_{j=1}^2 (\bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{....})^2$	(2-1)	$CM_{\beta} = \frac{\sum_{j=1}^2 (\bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{....})^2}{(2-1)}$	$F_o = \frac{CM_{\beta}}{CM_{Error}}$
Posición en el tallo "Origen"(γ)	$\sum_{k=1}^2 (\bar{Y}_{.jk.} - \bar{Y}_{....})^2$	(2-1)	$CM_{\gamma} = \frac{\sum_{k=1}^2 (\bar{Y}_{.jk.} - \bar{Y}_{....})^2}{(2-1)}$	$F_o = \frac{CM_{\gamma}}{CM_{Error}}$
Interacción Enraizador-refrigeración	$\sum_i^3 \sum_j^2 (\bar{Y}_{ij..} - \bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{....})^2$	(3-1)(2-1)	$CM_{\alpha\beta} = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (\bar{Y}_{ij..} - \bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{....})^2}{(3-1)(2-1)}$	
Interacción Enraizador-Origen	$\sum_i^3 \sum_k^2 (\bar{Y}_{i.k.} - \bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{.k.} - \bar{Y}_{....})^2$	(3-1)(2-1)	$CM_{\alpha\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^2 (\bar{Y}_{i.k.} - \bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{.k.} - \bar{Y}_{....})^2}{(3-1)(2-1)}$	

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F (Estadística)
Interacción refrigeración -Origen	$\sum_j^2 \sum_k^2 (\bar{Y}_{.jk.} - \bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{..k.} - \bar{Y}_{....})^2$	(2-1)(2-1)	$CM_{\beta\gamma} = \frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \left(\frac{\bar{Y}_{.jk.} - \bar{Y}_{.j..}}{-\bar{Y}_{..k.} - \bar{Y}_{....}} \right)^2}{(2-1)(2-1)}$	
Interacción Enraizador-refrigeración - Origen	$\sum_i^3 \sum_j^2 \sum_k^2 \left(\begin{array}{l} \bar{Y}_{ijk.} - \bar{Y}_{ij..} - \bar{Y}_{i.k.} - \bar{Y}_{.jk.} \\ -\bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{...k.} - \bar{Y}_{....} \end{array} \right)^2$	(3-1)(2-1)(2-1)	$CM_{\alpha\beta\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \left(\frac{\bar{Y}_{ijk.} - \bar{Y}_{ij..} - \bar{Y}_{i.k.} - \bar{Y}_{.jk.}}{-\bar{Y}_{i...} - \bar{Y}_{.j..} - \bar{Y}_{...k.} - \bar{Y}_{....}} \right)^2}{(3-1)(2-1)(2-1)}$	$F_o = \frac{CM_{\alpha\beta\gamma}}{CM_{Error}}$
Error	La diferencia	268*		
Total	$\sum_i^3 \sum_j^2 \sum_k^2 \sum_k^{N(1)} (\bar{Y}_{ijkl} - \bar{Y}_{....})^2$	279		

*1x2x2x19+2x2x2x24=268

Las F calculadas se comparan con las F's de Tablas para los grados de libertad correspondientes

$$F_{T, 2, 268, \alpha}$$

Si la $F \leq F_{T, 2, 268, \alpha}$ entonces la hipótesis nula, esto es la H_0 correspondiente, se acepta; en caso contrario, esto es si $F > F_{T, 2, 268, \alpha}$ entonces la H_0 se rechaza, esto es, el modelo correspondiente incluiría al término contemplado en la hipótesis.

- **Consideraciones para efectuar el análisis estadístico**

El modelo de análisis de varianza considerado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \xi_{ijkl}$$

En donde la variable dependiente Y representa el valor promedio de promoción de enraizamiento a varios niveles, los cuales están dados por las siguientes etapas: "0" de no promoción de raíz, "1" callos, "2" de iniciales ó primordios de raíz, "3" de emergencia de iniciales de raíces y "4" de raíces pequeñas

Esta característica se observó en tres tiempos diferentes (7, 14 y 21 días). Como se registró el valor de la variable Y en cada momento se identificaron como $Y_{raíz1}$, $Y_{raíz2}$ y $Y_{raíz3}$ que se definen a continuación:

$Y_{raíz1}$ (Primer ciclo de observaciones) en los días 7,8 y 9 de cultivo;

$Y_{raíz2}$ (Segundo ciclo de observaciones) en los días 14, 15 y 16 de cultivo;

$Y_{raíz3}$ (Tercer ciclo de observaciones) en el día 21, 22 y 23 de cultivo.

Por otro lado en el modelo se especificaron factores presentes en el experimento efectuado, tales como el enraizador, la refrigeración y el origen o posición del esqueje en la planta madre.

Al primero se le caracterizó como (α) y el subíndice tomó tres valores $i = 1$ concentración nula (control), $i = 2$ concentración regular e $i = 3$ concentración alta.

Al segundo se le denotó como (β) y el subíndice fue considerado con dos valores $j = 1$ sin refrigeración y $j = 2$ refrigerado.

El tercer y último factor considerado fue el origen o posición del esqueje de acuerdo a la planta madre o "stock" (γ), en este caso el subíndice tomó los valores $k = 1$ de tallo lateral o rama y $k = 2$ de tallo principal (parte media a basal).

Otros elementos considerados en el modelo fueron las interacciones siguientes:

- ($\alpha\beta$) la correspondiente a la sinergia enraizador y refrigeración,
- ($\alpha\gamma$) la que se contempló en términos del enraizador y el origen,
- ($\beta\gamma$) la correspondiente a la refrigeración y origen, y por último la ($\alpha\beta\gamma$), que abarca a las tres fuentes o factores.

Finalmente se contemplaron los errores inherentes al proceso de experimentación planteado (ϵ), los cuales podrían surgir de fuentes tales como el desconocimiento del fenómeno en cuestión, la mala medición de las características o bien la omisión de elementos o factores considerados insignificantes. Se capturaron los datos haciéndolos apropiados para su uso en el paquete estadístico Statistica.

Apéndice III.-Tablas de resultados del análisis de varianza (ANOVA) (Ensayo inicial)

Para cada uno de los tres ciclos de observación de resultados se tienen las variables YRAÍZ1, YRAÍZ2 y YRAÍZ3.

Tabla 13.-Estadística de resultados

Estadística Descriptiva											
	N Válidos (Esquejes observados)	Media (Primordios)	Confiabilidad ad 95.00%	Confiabi- lidad 95.000	Suma	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza	Desviación Estándar	Error Estándar
YRAIZ1	280	0.525	0.4201	0.6299	147	0	3	3	0.7951	0.8917	0.0533
YRAIZ2	280	0.7679	0.6267	0.909	215	0	4	4	1.4405	1.2002	0.0717
YRAIZ3	280	0.7143	0.5831	0.8455	200	0	4	4	1.2442	1.1154	0.0667

Tabla de dispersión de datos observados del enraizamiento en tres semanas (YRAÍZ1 (a los 7 días), YRAÍZ2 (a los 14 días) y YRAÍZ3 (a los 21 días)).

Tabla 14.- Distribución de frecuencias en YRAÍZ1 (a los 7 días) (Niveles de Promoción: $-0.5 < X \leq 0.5$ “No Enraizamiento”; $0.5 < X \leq 1.5$ “Callos”; $1.5 < X \leq 2.5$ “iniciales de raíces”; $2.5 < X \leq 3.000$ “Emergencia de raíz”).

Distribución: YRAIZ1					
Tabla de frecuencias (Niveles de promoción de enraizamiento)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	% de Frecuencia Relativa	% de Frecuencia Relativa Acumulada	100-% Frecuencia Relativa
$-0.5 < x \leq 0$	201	201	71.7857	71.7857	100
$0 < x \leq 0.5$	0	201	0	71.7857	28.2143
$0.5 < x \leq 1$	19	220	6.7857	78.5714	28.2143
$1 < x \leq 1.5$	0	220	0	78.5714	21.4286
$1.5 < x \leq 2$	52	272	18.5714	97.1429	21.4286
$2 < x \leq 2.5$	0	272	0	97.1429	2.8571
$2.5 < x \leq 3$	8	280	2.8571	100	2.8571
Ausencia	0	280			

Tabla 15.- Distribución de frecuencias en YRAÍZ2 (a los 14 días). (Niveles de Promoción: $-0.5 < X \leq 0.5$ “No Enraizamiento”; $0.5 < X \leq 1.5$ “Callos”; $1.5 < X \leq 2.5$ “iniciales de raíces”; $2.5 < X \leq 3.5$ “Emergencia de raíz”; $3.5 < X \leq 4.0$ “Raíces pequeñas”).

Distribución : YRAIZ2					
Tabla de frecuencias (Niveles de promoción de enraizamiento)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	% de Frecuencia Relativa	% de Frecuencia Relativa Acumulada	100-% Frecuencia Relativa
$-0.5 < x \leq 0$	185	185	66.0714	66.0714	100
$0 < x \leq 0.5$	0	185	0	66.0714	33.9286
$0.5 < x \leq 1$	20	205	7.1428	73.2143	33.9286
$1 < x \leq 1.5$	0	205	0	73.2143	26.7857
$1.5 < x \leq 2$	41	246	14.6429	87.8571	26.7857
$2 < x \leq 2.5$	0	246	0	87.8571	12.1429
$2.5 < x \leq 3$	23	269	8.2143	96.0714	12.1429
$3 < x \leq 3.5$	0	269	0	96.0714	3.9286
$3.5 < x \leq 4$	11	280	3.9286	100	3.9286
Ausencia	0	280			

Tabla 16.- Distribución de frecuencias en YRAÍZ3 (a los 21 días). (Niveles de Promoción: $-0.5 < X \leq 0.5$ “No Enraizamiento”; $0.5 < X \leq 1.5$ “Callos”; $1.5 < X \leq 2.5$ “iniciales de raíces”; $2.5 < X \leq 3.5$ “Emergencia de raíz”; $3.5 < X \leq 4.0$ “Raíces pequeñas”).

Distribución: YRAIZ3					
Tabla de frecuencias (Niveles de promoción de enraizamiento)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	% de Frecuencia Relativa	% de Frecuencia Relativa Acumulada	100-% Frecuencia Relativa
$-0.5 < x \leq 0$	185	185	66.0714	66.0714	100
$0 < x \leq 0.5$	0	185	0	66.0714	33.9286
$0.5 < x \leq 1$	24	209	8.5714	74.6429	33.9286
$1 < x \leq 1.5$	0	209	0	74.6429	25.3571
$1.5 < x \leq 2$	43	252	15.3571	90	25.3571
$2 < x \leq 2.5$	0	252	0	90	10
$2.5 < x \leq 3$	22	274	7.8571	97.8571	10
$3 < x \leq 3.5$	0	274	0	97.8571	2.1429
$3.5 < x \leq 4$	6	280	2.1429	100	2.1429
Ausencia	0	280			

Tabla 17.- Resultado de Análisis de Varianza del diseño de experimentos para la variable **YRAÍZ1** (a los 7 días de enraizamiento).

VARIABLE DEPENDIENTE YRAIZ1					
Resumen de todos los efectos		diseño:			
1-ENRAIZAD_, 2-REFRIG_, 3-ORIGEN					
Efecto	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	Significativo
ENRAIZADOR (1)	2	3.8287	5.1032	0.0067	*
REFRIGERACIÓN (2)	1	1.6633	2.217	0.1377	
ORIGEN (3)	1	7.1633	9.5477	0.0022	*
INTERACCIÓN (1, 2)	2	1.4216	1.8948	0.1524	
INTERACCIÓN (1, 3)	2	1.1545	1.5387	0.2165	
INTERACCIÓN (2, 3)	1	0.0325	0.0433	0.8353	
INTERACCIÓN (1,2,3)	2	0.0102	0.0136	0.9865	
ERROR	268	0.7503			

Para **YRAÍZ1** los efectos de enraizador y origen significativos, su ecuación

según el modelo: $Y_{ijkl} = \mu + \alpha_{ij} + \gamma_k + \xi_{ijkl}$

Tabla 18.- Resultado de Análisis de Varianza de diseño de experimentos para la variable **YRAÍZ2** (a los 14 días de enraizamiento).
 Para **YRAÍZ2** Enraizador, Origen y Enraizador + origen significativos, su ecuación de acuerdo al modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

VARIABLE DEPENDIENTE YRAIZ2					
Resumen de todos los efectos		diseño:			
1-ENRAIZAD_, 2-REFRIG_, 3-ORIGEN					
Efecto	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	Significativos
ENRAIZADOR (1)	2	10.5804	9.0361	0.0002	*
REFRIGERACIÓN (2)	1	0.7877	0.6727	0.4128	
ORIGEN (3)	1	37.9108	32.3776	3.3E-08	*
INTERACCIÓN (1, 2)	2	2.7032	2.3087	0.1014	
INTERACCIÓN (1, 3)	2	4.2604	3.6385	0.0276	*
INTERACCIÓN (2, 3)	1	7.6923	6.5696	0.0109	*
INTERACCIÓN (1,2,3)	2	2.9775	2.5429	0.0805	
ERROR	268	1.1709			

Tabla 19.- Resultado de Análisis de Varianza de diseño de experimentos para la variable YRAÍZ3 (a los 21 días de enraizamiento).

		VARIABLE DEPENDIENTE YRAIZ3				
Resumen de todos los efectos		diseño:				
1-ENRAIZAD_, 2-REFRIG_, 3-ORIGEN						
Efecto	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	Significativos	
ENRAIZADOR (1)	2	1.8727	1.6528	0.1935		
REFRIGERACIÓN (2)	1	8.0817	7.1329	0.008	*	
ORIGEN (3)	1	19.3248	17.056	4.9E-05	*	
INTERACCIÓN (1, 2)	2	2.107	1.8596	0.1577		
INTERACCIÓN (1, 3)	2	0.727	0.6416	0.5272		
INTERACCIÓN (2, 3)	1	0.1848	0.1631	0.6866		
INTERACCIÓN (1,2,3)	2	2.497	2.2038	0.1124		

Para YRAÍZ3 efectos significativos la refrigeración y el origen, y su ecuación:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_j + \gamma_k + \xi_{ijkl}$$

Glosario

Ácido giberélico (giberelina).- Sustancia orgánica extraída de un hongo parásito que acelera el crecimiento y la germinación de numerosas especies de plantas.

Agrolita.- Sustrato inerte de naturaleza porosa que se utiliza para propagación vegetal.

Albumen.- Tejido rico en reservas nutritivas que envuelve el embrión de ciertas semillas como los cereales.

Almacenamiento.- Los productos hortícolas se almacenan o conservan para aumentar su utilidad por un periodo más largo.

Análisis estadístico.- Ciencia cuyo objeto es reunir una información cuantitativa concerniente a individuos, grupos, series de hechos, etc., y deducir de ella, gracias al análisis de estos datos, unos significados precisos o unas previsiones para el futuro.

Andesita.- Roca volcánica negra o gris constituida principalmente de plagioclasas y piroxeno.

Antesis.- Momento en que se abre el capullo floral.

Antocianinas (antocianos).- Pigmentos vegetales; glucósidos hidrolizables que dan una o dos moléculas de azúcar y de aglicones. Están disueltos en la vacuolas de las plantas confiriendo a las flores coloraciones rojas, violetas y azules.

Apical.- Perteneciente al ápice, extremo superior o punta de un órgano.

Ápice acuminado.- Ápice que termina en punta.

Ápice atenuado.- Ápice que se hace tenue, delgado o delicado.

Ápice espolonado.- Ápice con protuberancias en la base de los pétalos o de los sépalos de algunas flores.

Ápice rostrado.- Ápice que remata en punta semejante al pico de un pájaro o al espolón de un barco.

Ápice subtruncado.- Incompleto o mutilado.

Aquenio.- Fruto seco indehiscente, con una sola semilla, como la bellota.

Aquenio fusiforme.- Aquenio en forma de huso.

Auxina.- Es un término colectivo para una clase de reguladores de crecimiento vegetal que ejercen una variedad de efectos, tales como la estimulación de la división celular y el crecimiento meristemático, la promoción de crecimiento radical, o el control de la dominancia apical en las plantas.

Auxina endógena.- Hormona vegetal que regula el crecimiento de los seres vivos y que se forma en el interior.

Basal.- Que está situado en la base de una formación orgánica o de una construcción.

Bicarpelar.- Dos carpelos que son cada una de las piezas florales cuyo conjunto forma el pistilo de las flores.

Biogeográfico.- Relativo a la distribución de los vegetales y animales en la superficie terrestre.

Bráctea.- Hoja que nace del pedúnculo floral de una planta que se diferencia del resto de las hojas por su color, forma y consistencia.

Brácteas acuminadas.- Brácteas que terminan en punta.

Brácteas lanceoladas.- Se dice del órgano laminar de una planta que termina en forma de lanza.

Cabezuela.- Inflorescencia formada por un conjunto de flores contenidas en un receptáculo común, propia de las plantas de la familia compuestas.

Cambium.- Zona generatriz que produce cada año el leño y el líber secundarios de las plantas vivaces.

Capa vascular.- Relacionada con los tejidos que conducen varias sustancias en forma líquida en las plantas.

Capítulo.- Inflorescencia formada por pequeñas flores apretadas unas con otras e insertas en el pedúnculo ensanchado, como en la margarita.

Captan.- Preparación fungicida con que se tratan las estacas como una precaución contra las infecciones fungosas.

Células indiferenciadas.- Elemento constitutivo de todo ser vivo que no poseen caracteres diferenciados, verdaderos tumores que desorganizan la anatomía de los órganos.

Citocininas.- De reciente uso en la tecnología agrícola, la más utilizada es la benziladenina (BA), pero también es frecuente en laboratorios la furfuriladenina o cinetina.

Clonar.- Realizar la clonación de un organismo; obtención mediante manipulación biológica de una serie de moléculas idénticas (ácidos nucleicos) o de seres unicelulares (bacterias) o multicelulares dotados de un material genético idéntico.

Cofactores de enraizamiento.- Son sustancias de ocurrencia natural que al parecer actúan sinérgicamente con el ácido indolacético para promover el enraizamiento.

Coleóptilos.- Vaina que rodea el tallo joven de las gramíneas y que segrega la auxina, hormona de crecimiento.

Compuestos fenólicos.- Grupo de los auxínicos, llevan típicamente a) un anillo (benceno, naftaleno, etc.), b) un grupo ácido (COOH-) o fácilmente convertible a él; c) al menos un carbono entre ambos grupos. Los auxínicos se absorben por raíz y hoja transportándose por el xilema o floema respectivamente. Se acumulan en las regiones de crecimiento induciendo malformaciones típicas (síntomas morfogenéticos), como alargamiento y retorcimiento de tallos y pecíolos, malformaciones en hojas etc. La acción auxínica fundamental se ha discutido, pero se acepta ahora que es sobre el DNA y de modo indirecto sobre la síntesis de enzimas. En general, matan a las especies de hoja ancha y no dañan a las de hojas angosta (gramíneas, ciperáceas, liliáceas, etc.). La selectividad es fundamentalmente de tipo bioquímico y depende además del estado de desarrollo de la planta y de la concentración o dosis. Las formas ester son en general más tóxicas y más volátiles que la forma amina. La alta temperatura aumenta el daño.

Control ambiental.- Regulación del conjunto de ambiente y circunstancias físicas que rodean a un ser vivo y que influyen en su desarrollo.

Corimbosa.- Inflorescencia en la que los pedúnculos son de longitud desigual pero cuyas flores están aproximadamente en el mismo plano, como la del peral o del manzano.

Córtex.- Región compleja, derivada del meristemo fundamental, forma debajo de la epidermis una zona cilíndrica que se extiende hacia adentro del floema primario.

Cultivo.- Acción de cultivar tierra o plantas cultivadas

Desdiferenciación.- Pérdida total o parcial de los caracteres particulares de una célula o de un tejido vivo.

Dicotiledóneas.- Relativo a una clase de plantas cuya semilla tiene una plántula con dos cotiledones, generalmente de hojas horizontales, con nerviación ramificada y con las dos caras distintas; si son vivaces tienen formaciones secundarias, lo que las diferencia de las monocotiledóneas.

Diferenciación celular.- En el curso del desarrollo de un ser vivo, aparición de varios tipos diferentes de células (de tejidos u órganos), a partir de un mismo tronco original.

Diseminación.- Acción y efecto de diseminar o diseminarse. Dispersión natural de las semillas y en general, de toda clase de disemínulos.

Diversidad genética.- Variedad, abundancia de cosas distintas por sus genes; reserva de variación heredable entre organismos individuales.

Domesticación.- Se dice del cultivo de plantas a partir de formas salvajes, en las que son producidas para el provecho del hombre una serie de mutaciones.

Dominancia apical.- Fenómeno en el cual las yemas laterales se forman normalmente- -aunque no siempre- en las axilas de las hojas y su activación suele mantenerse inhibida mientras el meristemo apical se encuentra intacto.

Dureza (grado de).- El tipo de madera y la etapa de crecimiento en que se tome para hacer las estacas.

Enraizador.- Son sustancias de crecimiento, tipo auxinas (“hormonas”), con el objeto de aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y la calidad de las raíces producidas.

Entomófila.- Se dice de la planta cuya polinización es realizada por insectos.

Epidermis.- Película celular que cubre las hojas, los tallos y las raíces jóvenes.

Escabroso.- Se dice del terreno abrupto, áspero, quebrado.

Especies nativas.- Grupo de vegetales innatos o naturales con un aspecto parecido, un hábitat particular fecundo entre sí pero generalmente estériles con individuos de otra especie.

Especificidad tisular.- Cualidad que caracteriza y distingue los tejidos.

Esquejado.- Acción de cortar tallos o cogollos que se introducen en la tierra para multiplicar la planta.

Esqueje.- Brote joven arrancado de una planta, que colocado en tierra húmeda, se nutre de raíces adventicias y es el origen de un nuevo tallo.

Esquejes apicales.- Esquejes pertenecientes al ápice, extremo superior o de la punta.

Esquejes basales.- Esquejes que están situados en la base del tallo

Esquejes laterales.- Esquejes cuyo origen es ramal o de ramificación del tallo.

Esquejes subapicales.- Esquejes que están debajo del ápice.

Esquejes de tallo principal.- Esquejes cuyo origen es el tallo o eje principal de la planta.

Estado juvenil.- Se dice del cuerpo propio para la reproducción vegetativa.

Etefón.- Fuente del etileno; se sintetiza como producto químico, es absorbido por la planta y en su interior genera el etileno.

Evapotranspiración.- Restitución a la atmósfera de parte del agua contenida en el suelo, gracias a la evaporación y a la transpiración de las plantas.

Factores endógenos del enraizamiento.- Aquellos que se forman en el interior.

Fenotipo.- Conjunto de caracteres que se manifiestan visiblemente en un individuo y que expresan la interacción de su genotipo con su medio.

Fitomejoradores.- agentes y elementos que buscan hacer que las flores sean mejor de lo que eran. El resultado de aspectos botánicos, histológicos y fisiológicos que se introducen en los métodos de selección, hibridación (cruzas) y técnicas de mejoramiento; así como de diversos temas como mutaciones, incompatibilidad, esterilidad, resistencia y variedades sintéticas.

Fitorreguladores (Fitohormonas).- Se dice de las sustancias que en pequeña concentración influyen en el crecimiento de las plantas; forman parte de los biocatalizadores; a las auxinas que determinan el crecimiento estriado pertenecen la heteroauxina, el ácido 3-indolacético, que participa también en el crecimiento, en el espesor de los árboles y en la formación de nuevas raíces. A las sustancias sintéticas con carácter de fitohormona pertenece el ácido 2-4 diclorofenoxiacético, el cual a altas concentraciones puede actuar como inhibidor. A las fitohormonas pertenecen también las giberelinas, la quinina y la quinetina. Las fitohormonas se forman o activan en determinados centros y de ahí son transportados a los lugares de máxima importancia.

Flor de corte.- Nombre con el que se reconocen las flores separadas de su raíz o parte de su tallo para uso ornamental.

Flores de acompañamiento.- Flores que van junto o simultáneamente a otras en los arreglos florales.

Flores de especialidad.- Flores de exclusividad y competencia.

Flores de lengüetas obovadas.- Flores con lígulas en forma de huevo.

Flores de relleno.- Flores que son parte superflua y que llenan enteramente los arreglos.

Flores liguladas.- Flores que tienen forma de lígula (lámina pequeña saliente que tiene la hoja de las gramíneas en la conjunción del limbo y la vaina).

Flores radiadas.- Aquellas formadas por rayos divergentes

Flósculos.- Cada una de las pequeñas flores regulares, cuya reunión forma todo o parte del capítulo de las compuestas.

Fórmula floral.- Indicación esquemática de la constitución de una flor: K= cáliz (# de sépalos); C= corola (# de pétalos); A= androceo (# de estambres) y G= gineceo (# de carpelos)

Fotoperiodismo.- Influencia de la duración del día en el desarrollo de muchas plantas (plantas de día largo, plantas de día corto) y en el desarrollo de determinadas partes de una planta.

Fotoperiodo.- Duración del día considerada desde el punto de vista de sus efectos biológicos.

Genotipo.- Conjunto de factores hereditarios constitucionales de un individuo o de una especie.

Glabra.- Desprovisto de pelos y glándulas.

Haces vasculares (Hacesillo).- Que tiene vasos. Haces conductores cuyos elementos se encuentran generalmente reunidos en haces. Los elementos constituyentes de estos fascículos se colocan unos frente a otros, sin espacios ni meatos entre ellos. Los haces están formados por lo común por vasos o tubos cribosos en cuya constitución entran elementos del floema y del xilema, además del parénquima conductor y otras células anexas.

Hermafrodita.- Se dice del ser vivo en el que están reunidos los órganos reproductores de los dos sexos.

Heterogamia.- Que tiene dos tipos de gametos.

Hojas bipinadas.- Se dice de la hoja compuesta de folíolos dispuestos en ambos lados del pecíolo, como las barbas de una pluma.

Hojas indivisas.- Hojas no divididas en partes.

Hojas lobadas.- Lobuladas, en forma de lóbulos.

Hojas opuestas.- Hojas insertadas dos a dos en el mismo nudo, como en la ortiga.

Hojas sésiles.- Se dice del órgano inserto directamente sobre el eje y desprovisto de pedúnculo.

Horticultura ornamental.- Parte de la agricultura que se ocupa del cultivo de las plantas de la huerta.

Humedad relativa.- Relación en la presión efectiva del vapor de agua y la presión máxima,

In-vivo.- Se dice de toda experimentación o manipulación biológica que se realiza en el organismo vivo.

In-vitro.- Se dice de toda experimentación o manipulación biológica que se realiza fuera del organismo en un medio artificial

Inflorescencia.- Forma de agruparse las flores en una planta; los principales tipos de inflorescencias son en racimo, espiga, umbela, capítulo y cima.

Inflorescencia flojamente paniculada.- Inflorescencia compuesta, formada por racimos cuya longitud va disminuyendo desde la base del ápice, por lo que toma un aspecto piramidal.

Información genética.- Información contenida en una secuencia de nucleótidos de ácidos nucleicos ADN o ARN.

Involucro.- Conjunto de brácteas o de órganos foliáceos situados en torno a la base de una flor o de una inflorescencia, especialmente de una umbela o un capítulo.

Medio MS (50% líquido).- Medio de proliferación, sales modificadas de Murashige y Skoog (1962).

Maduración vegetal.- Conjunto de transformaciones que sufre un órgano antes de cumplir su función.

Médula.- Tejido poco resistente situado en el centro de las raíces y de los tallos jóvenes.

Meristemo.- Tejido vegetal indiferenciado de las regiones de crecimiento de la planta formada por células que se dividen rápida y continuamente.

Metabolismo.- Conjunto de reacciones químicas de transformación de materia y energía, catalizadas por los enzimas, que se producen en todos los tejidos del organismo vivo.

Micropropagación.- Es el cultivo de porciones pequeñas de plantas en medios asépticos. Estas porciones pueden provenir de diferentes partes de la planta, de tejidos de callo, embriones, meristemo o de órganos como raíces, tallo, etc.

Mitosis.- Sinónimo de cariocinesis, es el proceso de división indirecta de la célula que se caracteriza por la duplicación de todos sus elementos y un reparto igualitario en las dos células hijas.

Modelo factorial.- Resultado de análisis matemático por medio del método estadístico que tiene como finalidad la búsqueda de factores comunes a un conjunto de variables y que tienen entre sí grandes correlaciones.

Monocotiledónea.- relativo a una clase de plantas angiospermas, de semillas cuya plántula posee un solo cotiledón, hojas con nervaduras paralelas y flores de una simetría axial de orden 3. (Las principales familias de la clase monocotiledóneas son: gramíneas, orquídeas, liliáceas y palmáceas).

Multiplicación vegetativa.- Aquella que se realiza por medio de un elemento del aparato vegetativo (estolones, injertos, esquejes, etc.)

Nudo.- Punto del tallo de una planta o árbol en que se insertan a la vez una hoja o un grupo de hojas, una rama o un grupo de ramas; o al menos una yema axilar y donde las fibras leñosas toman una nueva orientación.

Origen del esqueje.- Procedencia del esqueje de la planta madre; fuente de origen material para la propagación por estacas.

Paleas.- Se refiere a las brácteas adicionales que protegen las flores pequeñas de monocotiledóneas. En el trigo la palea es pequeña y frecuentemente esta encerrada por el lemma.

Paniculada.- Inflorescencia compuesta, formada por racimos cuya longitud va disminuyendo desde la base al ápice, por lo que toma un aspecto piramidal. Sinónimo de panoja, panículo.

Patógeno.- Que produce enfermedad.

Pecíolo.- Raballo de la hoja que une la lámina con la base foliar o el tallo.

Pedicelos.- Pequeño tallo o ramificación en la cual esta insertada cada flor.

Pedúnculo.- Pieza alargada o tallo que une un pequeño órgano terminal con el conjunto del cuerpo. Eje floral que sostiene las flores (Caballo de las flores).

Periciclo.- Zona más extrema del cilindro central del tallo y de la raíz.

Planta arvense.- Se dice de la planta que crece en los sembrados o arvícola.

Planta ruderal.- Se dice de las plantas que viven sobre suelos ruderales, es decir, los suelos creados por el hombre y sus costumbres. En general son suelos ricos en nitrógeno, por lo que las especies que constituyen la flora ruderal son nitrófilas. La vegetación que crece sobre las tapias de los edificios o en las calles de una ciudad, etc. es ruderal.

Plantas anuales.- Que completa su ciclo de vida en un año.

Plantas cultivadas.- Resultado de la evolución del paso de plantas silvestres a plantas domesticadas con una base genética.

Plantas de día corto.- Aquellas que producen sus yemas florales o florece como resultado de la exposición a días relativamente cortos, generalmente de 12 hrs. o menos.

Plantas de día largo.- Su floración se estimula exponiéndolas a días relativamente largos, generalmente de 14 hrs. o más. Durante los días cortos, estas plantas se encuentran en estado vegetativo.

Plantas fotoperiódicas.- Respuesta de algunas plantas al número de horas luz durante un lapso de 24 hrs. La respuesta de las plantas al fotoperiodo generalmente se advierte en relación con su poder vegetativo o a la floración o fructificación de la planta.

Plantas suculentas.- Se dice de la planta que posee órganos carnosos y ricos en agua.

Plantas tetraploides.- Se dice de aquellas plantas mutantes cuya dotación cromosómica es doble de la de sus progenitores.

Potencial floricultor.- con posibilidad de dedicarse a la floricultura.

Primordios de raíz.- Se dice del estado rudimentario de una raíz que empieza a formarse.

Producción ornamental.- Conjunto de productos agrícolas o industriales de flores de ornato.

Propagación asexual (Reproducción asexual o vegetativa).- la que se realiza sin intervención de células reproductoras o gametos, por ejemplo gemación.

Pruebas de significación univariada.- Estadística del contraste de medias y proporciones usando una distribución normal.

Pubescente.- Estado de una superficie cubierta de vello, pelo fino y suave.

Raíces adventicias.- Las raíces que desarrollan de órganos distintos de las raíces y que en muchos casos desarrollan de los nudos del tallo.

Raíces fasciculadas.- Raíces que se pueden distinguir del eje principal.

Raíces tuberosas.- Raíces con partes abultadas o tuberosidades.

Receptáculo.- Parte axial de la flor, sobre la que descansan diversos verticilos de la misma. Extremo del pedúnculo asiento de las flores en capítulo.

Regeneración.- Capacidad natural de un órgano para sustituir tejidos u órganos lesionados o perdidos.

Reguladores químicos (Reguladores de crecimiento).- Se dice de ciertas sustancias eficaces en pequeñas concentraciones que dirigen los procesos de crecimiento en las plantas; también llamadas fitohormonas.

Síntesis de carbohidratos.- Formación de azúcares por combinación de sus elementos, o de compuestos más sencillos que los contienen.

Sistema caulinar (caulífero).- Que nace arriba del tallo.

Toba.- Piedra blanda, porosa y ligera que produce un sonido apagado y sordo al chocar con un metal.

Topósis.- Fenómeno en el cual diferentes partes de la planta muestran variaciones de fase y cuyos meristemos perpetúan esas fases diferentes en sus descendencia vegetativa.

Totipotencia.- Se dice de la célula embrionaria apta para formar los tejidos más diversos, según las acciones morfogénas que sufra.

Transporte activo.- Cuando el movimiento de cualquier sustancia a través de una membrana celular requiere que la célula use energía química.

Trasplante.- Cambiar una planta del lugar donde está plantada a otro.

Turgencia.- Estado normal de rigidez de los tejidos vegetales vivos.

Umbela.- Inflorescencia cuyos pedicelos parten todos de un mismo punto para elevarse al mismo nivel, como los radios de un parasol.

Varianza genética.- Fracción de la varianza fenotípica debido a diferencias en la constitución genética de los individuos de una población.

Vegetación secundaria.- Producto de la sucesión secundaria; el tipo de cambios graduales que ocurren en las comunidades vegetales a causa de las actividades del hombre.

Vermiculita.- Mica extendida que se utiliza ampliamente como medio para el enraice de estacas, puesto que es un material inorgánico no alberga organismos patógenos, y además presenta buenas propiedades de retención de agua y una buena aireación.

Vilano.- Limbo del cáliz de una flor, que sirve de aparato de vuelo en la diseminación eólica. Penacho de diversas semillas que carece de homología.

Yema.- Renuedo o botón que nace en los vegetales: la yema produce, según los casos, ramas, hojas o flores.

Bibliografía

1. Al-Saqri, F. and P.G. Alderson, 1996. Effects of IBA cuttings type and rooting media on rooting of Rosa centifolia. *Journal of Horticultural Science*. 71(5): 729-737.
2. Anand, V.K. and G.T. Heberlein, 1975. Seasonal changes in the effects of auxin on rooting in stem cuttings of Ficus infectoria. *Physiology Plant*. 34: 330-334.
3. Arroyo, M. A., 1989. Descripción de Cosmos (Cosmos bipinnatus Cav.) en base a características de crecimiento y desarrollo. Tesis Profesional. Escuela de Fitotecnia, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla. 54 pp.
4. Ayala, G. 1997. El Mirasol, una de las especies con mayor potencial forrajero, alimenticio y medicinal. *Gaceta UNAM*, 16 de enero de 1997. p.15-17.
5. Ballester, A., M. C. San José, N. Vidal, J.L. Fernández and A.M. Vieitez, 1999. Anatomical and Biochemical Events during in Vitro Rooting of Micro cuttings from Juvenile and mature phases of Chestnut. *Annals of Botany* 83: 619-629
6. Behrens, V. 1988. Storage of Unrooted Cuttings. En: Davis T.D.; B.E. Haissig y N. Sankhla (eds.). *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Advances in Plant Sciences Series. Dioscorides Press, Portland, Oregon, p. 235-247.

7. Benítez, H. y L. Neyra, 1996. La Biodiversidad de México y su potencial económico. En: Economía Ambiental: Lecciones de América Latina. CONABIO, México, p. 195-204.
8. Bernier, G. A., A. Havelange, C. Houssa, A. Petitjean and P. Lejeune, 1993. Physiological Signals that Induce Flowering. *The Plant Cell*. 5: 1147-1155.
9. Borys, M. W. y H. Leszczyńska-Borys, 1992. Reflexiones sobre el Potencial Ornamental de Plantas de México. Serie: Manuales de Horticultura Ornamental No. 7. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. 86 pp.
10. Consejo Mexicano de la Flor, 1994. Mensaje del Presidente del Consejo Mexicano de la Flor a las Asociaciones de Productores de Ornamentales de todo México. México, D. F.
11. Cronquist, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University, p.1025
12. Davies, P.J., 1987. Plant Hormones and their role in Plant Growth and Development. Kluwer Academic Publishes the Netherlands. 679 pp.
13. De Vier, C.L. and R.L. Genève, 1997. Flowering influences adventitious root formation in *Chrysanthemum* cuttings. *Scientia Horticulturae*. 70: 309-318.
14. Denisen, E.L., 1987. Fundamentos de Horticultura. Editorial Limusa, México, D.F. 604 pp.

15. -Edmond, J.B.; T.L. Senn; F.S. Andrews, 1985. Principios de Horticultura. Cía. Editora Continental. México, D.F. 575 pp.
16. Eisenberg, B.A., G.L. Staby, Th. A. Fretz, 1978. Low pressure and refrigerated storage of rooted and unrooted ornamental cuttings. *J. Amer. Soc. in Hort. Science*. 103(6): 732-737.
17. Fairbank, H. et al., 1964. Cultivo comercial de flores al aire libre. Ed. Acribia, S.A. España.
18. Fernández, M. R., P.G. Zita, R. M. Espadas, 1994. Potencial Ornamental del género *Cosmos* en México. *Revista Chapingo*. Serie Horticultura. Núm. 1: 162-170.
19. González, S., J. Mejía, A. Manzo y H. González (Datos no publicados). Cultivo *in vitro* de yemas axilares de *Dahlia imperialis* Roetzl, y *D. excelsa*. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
20. Hansen, J., 1986. Influence of cutting position and stem length and rooting of leaf-bud cuttings of *Schefflera arboricola*. *Scientia Horticulturae*. 28: 177-186.
21. Hartmann, H. T. y D.E. Kester, 1983. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice Hall Inc. New Jersey, U.S.A. p.199-200.
22. Hartmann, H. T. y D.E. Kester, 1987. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México. 760 pp.

23. Heller, A., A. Boroschov, A.H. Halévy, 1994. Factors affecting rooting ability of *Coleonema aspalathoides*. *Scientia Horticulturae*. 58: 335-341.
24. Hilaire, R. St.; C. A. Fierro; C. A. Pérez-Muñoz, 1996. Adventitious root formation and development in cuttings of *Mussaenda eritrophyla*. L. Schum & Thonn. *HortScience*. 31(6): 1023-1025.
25. INEGI, 1998. La Horticultura Ornamental en México. Pub. única 1ª. Ed. Aguascalientes, Ags. 92 pp.
26. Leopold A. C. and P.E. Kriedemann. 1975. Plant Growth and Development. Mc. Graw Hill, New York. p. 110-135.
27. Linares, E., 1977. Propagación vegetativa en México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 135 pp.
28. Luckwill, C., 1981. Growth Regulators in Crop Production. Institute of Biology, Studies in Biology No. 129. Edward Arnold Publishers. Limited London. 59 pp.
29. Mariaca, R., 1997. ¿Qué es la Agricultura? (bajo una perspectiva xolocotziana). UACH-UAEM, Col. Coediciones/18. 1ª. Ed., México. 277 pp.
30. Mc. Vaugh, R. 1984. Flora Novogaliciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico. Vol. 12 Compositae. The University of Michigan Press, U.S.A. p.264.

31. Mejía, J. M. y M. A. Arroyo, 1994. Contribución al mejoramiento genético de *Cosmos* (*Cosmos bipinnatus* Cav.). *Revista Chapingo*. Serie Horticultura. Núm.1: 184-187.
32. Mejía, J. M. y G. Ruvalcaba. Descripción de *Cosmos bipinnatus* Cav. (Com. pers.), Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
33. Mejía J. M. y A. Espinosa, 2003. Especies Fotoperiódicas Mexicanas. En: Mejía y Espinosa, (Comps.) Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental: Análisis y Perspectivas.. UACH, México, p. 159-163.
34. Moe, R. y A. S. Andersen, 1988. Stock plant environment and subsequent adventitious rooting. En: Davis T.D.; B.E. Haissig y N. Sankhla (eds.). Adventitious Root Formation in Cuttings. Advances in Plant Sciences Series. Dioscorides Press, Portland, Oregon, p. 214-234.
35. Molder, M. y J.N. Owens, 1984. Cosmos. En: A. H. Halevy (Ed.) Handbook of Flowering. Vol II. CRC Press. Florida p. 341-349.
36. Nigam, S. K. y G. Misra, 1992. Ornamental possible source of fat and protein. *Journal Oil Technologists Association of India*. 24(1): 17-18.
37. Ortega-Larrocea, M.P., Chávez M. V. & Bye Boettler R. 1997. Micro propagación y establecimiento *in vitro* de *Cosmos atrosanguineus* Hook A. Voss en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. *Amaranto* 10: 1-9.
38. Raven, P., R.F. Evert, S.E. Eichorn, 1992. Biología de las Plantas. Editorial Reverté S.A. p. 475-492.

39. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos (R.A.A.A.), 1992. "Las Flores: ¿Un callejón sin salida? Lima. 136 pp.
40. Reiley, E.; C. Shry, 1991. Introductory Horticulture. Delmar Publishers Inc. New York, U.S.A. p. 562.
41. Rojas Garcidueñas, M., H. Ramírez, 1993. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Ed. Limusa S.A. de C.V. Gpo. Noriega Editores, México, D.F. 262 pp.
42. Rojas Garcidueñas, M., R. J. Vázquez González, 1995. Manual de Herbicidas y Fitorreguladores. Ed. Limusa S.A. de C.V. UTEHA, México, D. F. p. 125-126.
43. Rzedowski, J. y E. Rzedowski, 1981. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Edit. Continental. México. p.536-538.
44. Sánchez, M. L. y L. T. Torres, 1992. El Mirasol (*Cosmos bipinnatus* Cav.) como un recurso fitogenético de la Cuenca de México. Tesis Profesional. FESC, UNAM, México, 76 pp.
45. Spiegel, M. R. 1991. Estadística. Mc.Graw Hill / Interamericana de España S.A. p. 186-188.
46. THEMA Equipo editorial Barcelona, 2001. Atlas de Botánica "El Mundo de las Plantas". Cultural de ediciones S.A. Madrid, España, 112 pp.

47. Ungureanu, L.; C. Chirilă; E. Matei; E. Calmus, 1991. The anatomy of the dye producing species Cosmos bipinnatus Cav. and Cosmos sulphureus Cav. *Horticultură*. 34(1): 7-15.
48. Villegas y de Gante, M., 1979. Malezas en la Cuenca de México. Instituto de Ecología A. C. en Museo de Historia Nacional de la Ciudad de México, México, D.F. 137 pp.
49. Weier, T.E., C.R. Stocking, M.G. Barbour, T.L. Rost, 1982. Botany. An Introduction to Plant Biology. John Wiley & Sons Inc., USA. 720 pp.
50. Welch, C.A., D.I. Arnon, H.M. Cochran, F.C. Erk, J. Fishleder, W.V. Mayer, Hermana M. Pius S.S.C., J.R. Shaver y F.W. Smith Jr., 1972. Ciencias Biológicas. De las Moléculas al Hombre. EPIC. Venezuela. Cía. Editorial Continental, S.A., México, D. F. p. 386-387.
51. Wiesman, Z. y S. Lavee, 1995. Enhancements of IBA stimulatory effect on rooting of olive cultivar stem cuttings. *Scientia Horticulturae*. 62: 189-198.