

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"IMPORTANCIA DE LAS HORMONAS DE CRECIMIENTO EN LA GERMINACION DE SEMILLAS Y EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS".

TRABAJO TEORICO-PRACTICO (OPCION V)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

ADOLFO SUAREZ ROCHA

T
QK740
S9
c.1

MAYO DE 1986

UNIVERSI

FA

"IMPORTANCIA DE
GERMINACION DE
TACAS".

TRABAJO T

QUE PA
INGENIE

AD

10.651
15
386
T
QK740
S9
C.1

MARIN, N. E.



1080063878

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"IMPORTANCIA DE LAS HORMONAS DE CRECIMIENTO EN LA GERMINACION DE SEMILLAS Y EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS".

TRABAJO TEORICO-PRACTICO (OPCION V)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA



P R E S E N T A

ADOLFO SUAREZ ROCHA

MARIN, N. L.

005933

MAYO DE 1986

 BU Rabi Rangel Fitas

 Biblioteca Central

 Maana Solidaridad

 UANL

FONDO

 F. Tes

 TESIS LICENCIATURA

40.631

 FA 13

 19

 .5

D E D I C A T O R I A

Con amor, cariño y respeto
a mis queridos padres:

SR. ADOLFO SUAREZ GARCIA
SRA. JOSEFINA ROCHA DE SUAREZ

Quienes siempre me brindaron
todas las facilidades, para la
terminación de mis estudios
como profesionista.

En especial a mi abuelita:

SRA. EPIFANIA GARCIA CH.

Por sus consejos y valiosa ayuda
da que siempre me ha brindado.

A mis hermanos:

MARTHA ALICIA	ALMA ORALIA
JOSE LORETO	JOSE LUIS
AIDA	Y VERONICA

Con amor para mi novia,

CLARA MARIA

A G R A D E C I M I E N T O S

AL ING. M. C. RAÚL S. SALAZAR
Por su colaboración en la re-
visión del presente trabajo.

A todos los maestros, que con
sus cátedras hicieron posible
la terminación de mis estudios.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

I N D I C E

	CONTENIDO	PAG.
I	INTRODUCCION.....	1
II	CONCEPTO Y CLASIFICACION DE FITORREGULADORES.....	3
III	SUSTANCIAS HORMONALES QUE FAVORECEN LA GERMINACION.....	7
	1. GIBERELINAS.....	8
	1.1 Antecedentes históricos.....	8
	1.2 Presencia en la planta y composición química.....	10
	1.3 Efectos fisiológicos.....	14
	1.4 Germinación de la semilla.....	15
	1.5 Mecanismo de acción.....	18
	1.6 Métodos de extracción e identificación.....	19
	2. CITOCININAS.....	21
	2.1 Antecedentes históricos.....	21
	2.2 Composición química.....	22
	2.3 Efectos fisiológicos.....	24
	2.4 Acción de la germinación.....	25
	2.5 Métodos de extracción.....	27
	2.6 Mecanismos de acción.....	28
	3. ETILENO.....	28
	3.1 Antecedentes históricos.....	28
	3.2 Composición química.....	29
	3.3 Efectos fisiológicos.....	30
	3.4 Mecanismo de acción.....	31
	3.5 Métodos de extracción.....	31
IV	SUSTANCIAS HORMONALES QUE FAVORECEN EL ENRAIZAMIENTO...	32
	1. Hormonas de enraizamiento (Auxinas).....	32
	1.1 Antecedentes históricos.....	34
	1.2 Naturaleza química.....	36
	1.3 Principales auxinas de enraizamiento.....	38
	1.3.1 Acido B-indolacético (AIA).....	38
	1.3.2 Acido B-indolbutírico (AIB).....	40
	1.3.3 Acido neftalenacético (ANA).....	41

2.	Métodos de aplicación.....	42
2.1	En Estacas.....	43
2.2	En transplantes.....	44
3.	Respuesta de las estacas ante los reguladores de crecimiento.....	44
4.	Tratamiento auxínico en las especies difíciles de enraizar.....	45
5.	Acción de las hormonas de enraizamiento.....	46
6.	Posible intervención de otras hormonas.....	47
V	USO AGRICOLA DE LOS FITORREGULADORES.....	48
	Cuidados Generales	
VI	TRABAJOS REALIZADOS.....	51
VII	BIBLIOGRAFIA.....	55

I INTRODUCCION

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, han resultado de gran importancia desde el punto de vista agronómico, ya que siendo compuestos diferentes de los fertilizantes y otros elementos nutrientes obtenidos durante su vida en diferentes formas, pueden actuar en el metabolismo, modificándolo en algunos aspectos y propiciando algunos cambios en los mecanismos normales de las plantas, que pueden ser aprovechados por el hombre, según convenga, para elevar la cantidad de los productos de las cosechas.

La reducida cantidad de sustancias naturales del crecimiento que se encuentran en las plantas, controla su crecimiento y desarrollo. Existen procesos como la iniciación de las raíces, el establecimiento y terminación de los períodos de létargo y reposo, la floración, formación y el desarrollo de los frutos, abscisión, senescencia y ritmo del crecimiento, que se encuentran bajo control hormonal. Con frecuencia en muchas plantas agrícolas pueden modificarse esos procesos, en provecho del hombre, mediante la aplicación de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal y es muy posible que con el tiempo, todos los procesos fisiológicos de las plantas se controlen mediante la aplicación de dichas sustancias.

En la actualidad se conocen varios tipos de hormonas vegetales: Auxinas, Giberelinas, Citocininas e Inhibidores, incluyendo el ácido abscísico. Asimismo, se ha reconocido que el etileno no es una hormona vegetal.

Las hormonas pueden definirse como aquellas sustancias orgánicas sintetizadas por la planta, originadas en un lugar (lugar de producción) que generalmente se desplazan a otro (sitio de acción), donde a muy bajas concentraciones pueden activar, inhibir o modificar cualitativamente los procesos fisiológicos

definidos de las plantas, al producir o causar efectos fisiológicos definidos. Por otra parte, el término fitorregulador se aplica a los compuestos químicos naturales o sintéticos, distintos a los nutrientes, que en bajas concentraciones promueven, inhiben o regulan de cualquier modo con modificaciones cualitativas o sin ella, al crecimiento a algún proceso del desarrollo de la planta (Devlin, 1980; Hill, 1977; Rojas, 1981; Sivori, 1980; Weaver, 1976).

Como nutrientes se define aquellos materiales que proporcionan energía o elementos minerales esenciales a los vegetales (Weaver, 1976).

De acuerdo a lo anterior, podemos sintetizar que el término hormona es aplicable solo a los productos naturales de las plantas, no así el término fitorregulador que no se limita a éstos, sino que puede incluir también sintéticos.

El presente trabajo tiene como finalidad, la recopilación de información sobre la importancia de las hormonas de crecimiento en la germinación de las semillas y enraizamiento de las estacas.

CONCEPTO Y CLASIFICACION DE LOS FITORREGULADORES

Según estudios de diferentes investigaciones, ha sido complicado definir respecto al uso de los términos en el campo de las hormonas vegetales, y mayor confusión ha habido al sintetizarse diversos compuestos de acción hormonal, sean iguales a los naturales, similares o por completo diferentes en su estructura química. Históricamente, han surgido confusiones considerables en cuanto a la terminología de las sustancias de crecimiento. Para evitar confusiones, en 1951, K. V. Thimann (Presidente de la American Society of Plant Physiologists), citado por Weaver (1976), resolvió aclarar esta terminología y recomendó que se nombrara un comité a fin de proponer una nomenclatura uniforme de las sustancias de crecimiento.

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos (diferentes de los nutrientes) que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma el proceso fisiológico vegetal. Los fitorreguladores pueden ser naturales, si los produce la propia planta, o sintéticos.

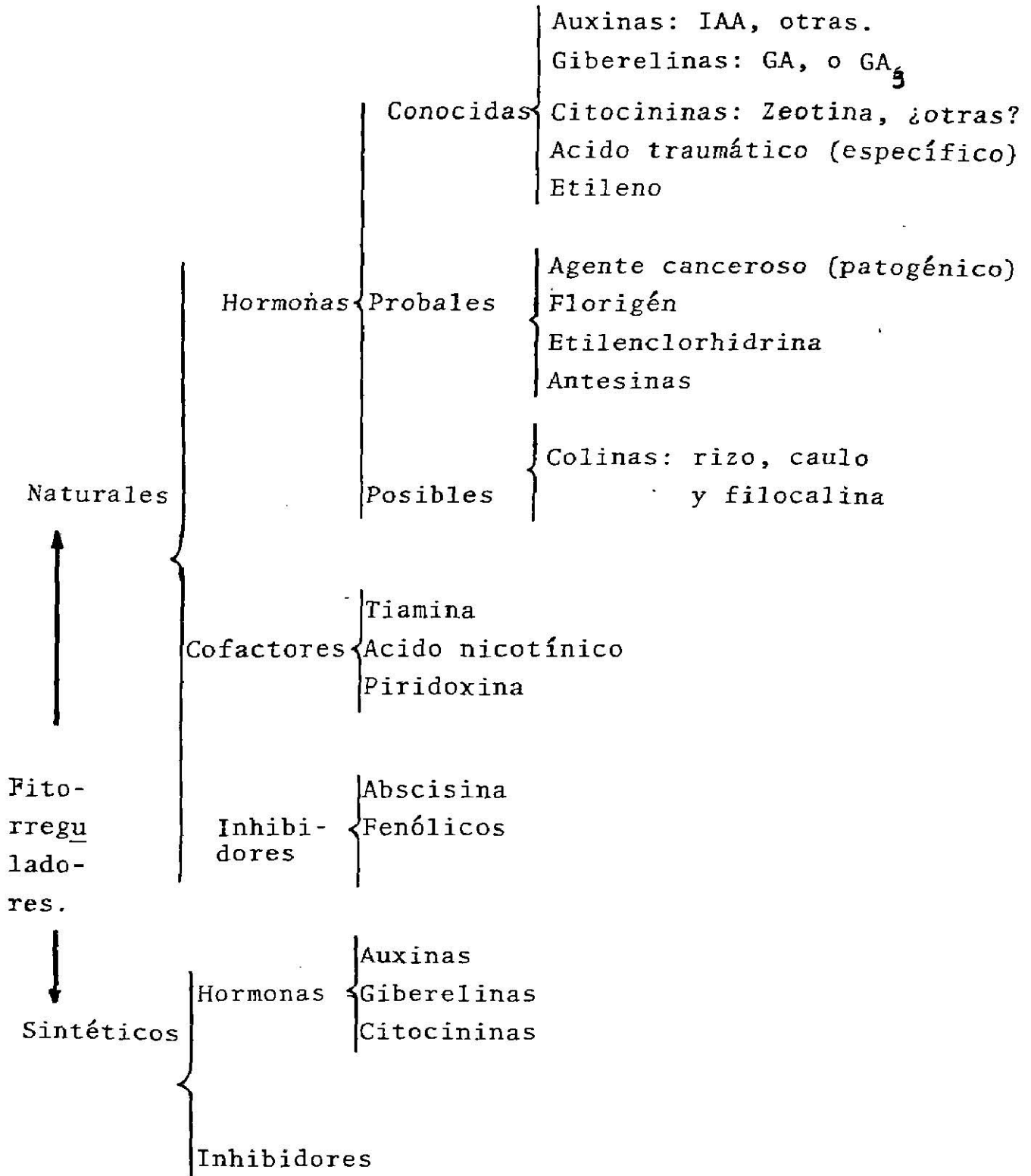
Los nutrientes se definen como materiales que proporcionan energía o elementos minerales esenciales a los vegetales (Weaver, 1975).

Las hormonas de las plantas (o fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas de un lugar de producción a un sitio de acción, (Weaver, 1976). Hormona es un fitorregulador natural con acción en un lugar de la planta distinto de donde procede. Existen varios tipos de hormonas; la más conocida son las auxinas (Rojas, 1981).

Cofactor, es un fitorregulador natural con acción catalítica y regulatoria en el metabolismo, pero cuya acción no - -

CUADRO SINOPTICO

FITORREGULADORES NATURALES Y SINTETICOS (SEGUN ROJAS, G. M. _ 1981).



es suficiente por sí misma para determinar fenómenos de desarrollo, sino que actúa a manera de coenzima.

Inhibidor, es un fitorregulador capaz de deprimir algún aspecto del desarrollo, sea actuando de manera independiente o bien contrarrestando la acción de una hormona. Estas pueden ser naturales o sintéticas. (Rojas, M; 1981).

Los fitorreguladores pueden ser endógenos, si se producen en la planta misma, o exógenos, si se aplican externamente. A menudo, los fitorreguladores sintéticos pueden tanto estimular unos procesos como deprimir otros. Igualmente, algunas hormonas pueden ser estimulantes a bajas dosis o inhibitorios a dosis altas; el umbral depende de la especie de la planta, (Rojas, 1981).

Auxinas

Es según Thimann, citado por Rojas, G. M. (1981), una sustancia orgánica que promueve el crecimiento (aumentó en volumen) a lo largo del eje longitudinal en concentraciones aproximadas de 10^{-3} m.

Esta sustancia, (o grupo de sustancias) no es solamente la primera de las hormonas de crecimiento que se descubrió, sino que además realiza en la planta un gran número de diferentes actividades reguladoras. La auxina, interviene en el control del crecimiento del tallo y de la raíz, en inhibición de las yemas laterales, en la abscisión de las hojas y de los frutos, en el crecimiento de éstos, y en más actividades fisiológicas vegetales. La auxina parece ser la hormona directriz de la planta y probablemente, sobre las restantes fitohormonas, (Bonner, 1970).

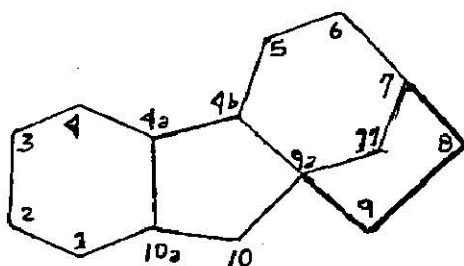
En forma general, el término auxina se puede aplicar al grupo de compuestos o sustancias químicamente relacionadas con

el ácido Indolacético (AIA) caracterizado por su capacidad para producir la extensión o crecimiento de las células de los brotes (Hill, 1977; Weaver, 1976; Rojas, 1981).

Habiendo otros compuestos indólicos que tienen efectos similares a los del AIA, también los tienen muchas sustancias sintéticas reguladoras del crecimiento que no poseen estructura indólica (Ejem. El Acido 2,4-dicloro fenoxiacético, empleado comunmente como 2,4-D). Se pueden encontrar auxinas de tipo natural como sintéticas, (Weaver, 1976).

Giberelinas

La giberelina puede definirse como un compuesto de ginsenos que estimula la división o la prolongación celular, o ambas cosas, considerando como ella, un aumento considerable de prolongación de brotes y tallos en muchas especies vegetales. Estas sustancias están químicamente relacionadas con el ácido giberélico (GA_3), producto metabólico del hongo Gibberella fujikuroi. Pruebas sensibles a la aplicación de esta hormona han sido desarrolladas principalmente sobre variedades enanas de maíz y chícharo (Hill, 1977; Wain, 1980; Weaver, 1976).



Citocininas

Son sustancias de crecimiento de las plantas, que provocan la división celular (su sinónimo, fitocinina, tiene mucha menor aceptación). La citocinina natural mejor caracterizada es la zeatina, un derivado de la base-purínica del DNA y RNA. Varios otros derivados de la adenina producidos artificialmen-

te, como la quinetina, son de alta actividad y con frecuencia se usan en los experimentos con citocininas. Debido a su actividad potente su extremo como estimulantes de la división en sistemas de cultivos de tejidos de prueba, se ha inferido que las citocininas participan en la regulación en la división celular en el crecimiento normal, (Ray, 1975).

Inhibidores

Constituyen un grupo bastante distinto entre las sustancias del crecimiento de las plantas, que inhibe o retrasa el proceso fisiológico o bioquímico de los vegetales. De acuerdo a sus propiedades fisiológicas, algunos inhibidores endógenos parecen ser hormonas vegetales. Diversos inhibidores naturales pueden tener diferentes acciones, por ejemplo, pueden ser inhibidores del crecimiento, de las auxinas; de las giberelinas, o bien, inhibidores de la germinación, (Weaver, 1976).

Etileno

Hace tiempo se observó que la exposición de plantas a bajas concentraciones de gas para alumbrado doméstico producía achaparramiento hinchazón lateral de los tallos, pérdida del comportamiento geotrópico normal, abscisión de las hojas y otros síntomas. Se identificó que la causa de estos fenómenos era el etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) que está presente en el gas para alumbrado. Los efectos del etileno sobre el desarrollo son en mayor parte, inhibidores, por ejemplo, la inhibición del transporte de auxina y la inhibición de la elongación de las células acompañadas por una expansión lateral de las mismas, la cual es indicación de interferencia son los mecanismos que intervienen en el aspecto anisotrópico de la morfogénesis, (Ray, 1975).

SUSTANCIAS HORMONALES QUE ALTERAN LA GERMINACION

Desde que se descubrieron las auxinas se pensó en usarlas como estimulantes de la germinación y se trató de romper el lé

targo por aplicaciones hormonales usando métodos de espólvoreación de las semillas o de inmersión de ellas en soluciones hormonales. Los resultados han sido contradictorios: en algunas especies no se han tenido éxito, en otras si y en ocasiones en una misma especie unos investigadores han tenido resultados positivos, no deben sorprender, pues si se tiene el proceso de germinación una acción sucesiva de las tres hormonas (o grupos hormonales), como lo asienta Van Overbeek, citado por Rojas, G. (1981), primero giberelinas, luego citocininas y al final auxina, es perfectamente posible que en algunas especies, o aún en otros casos particulares sea una hormona la limitante y en otros casos la otra.

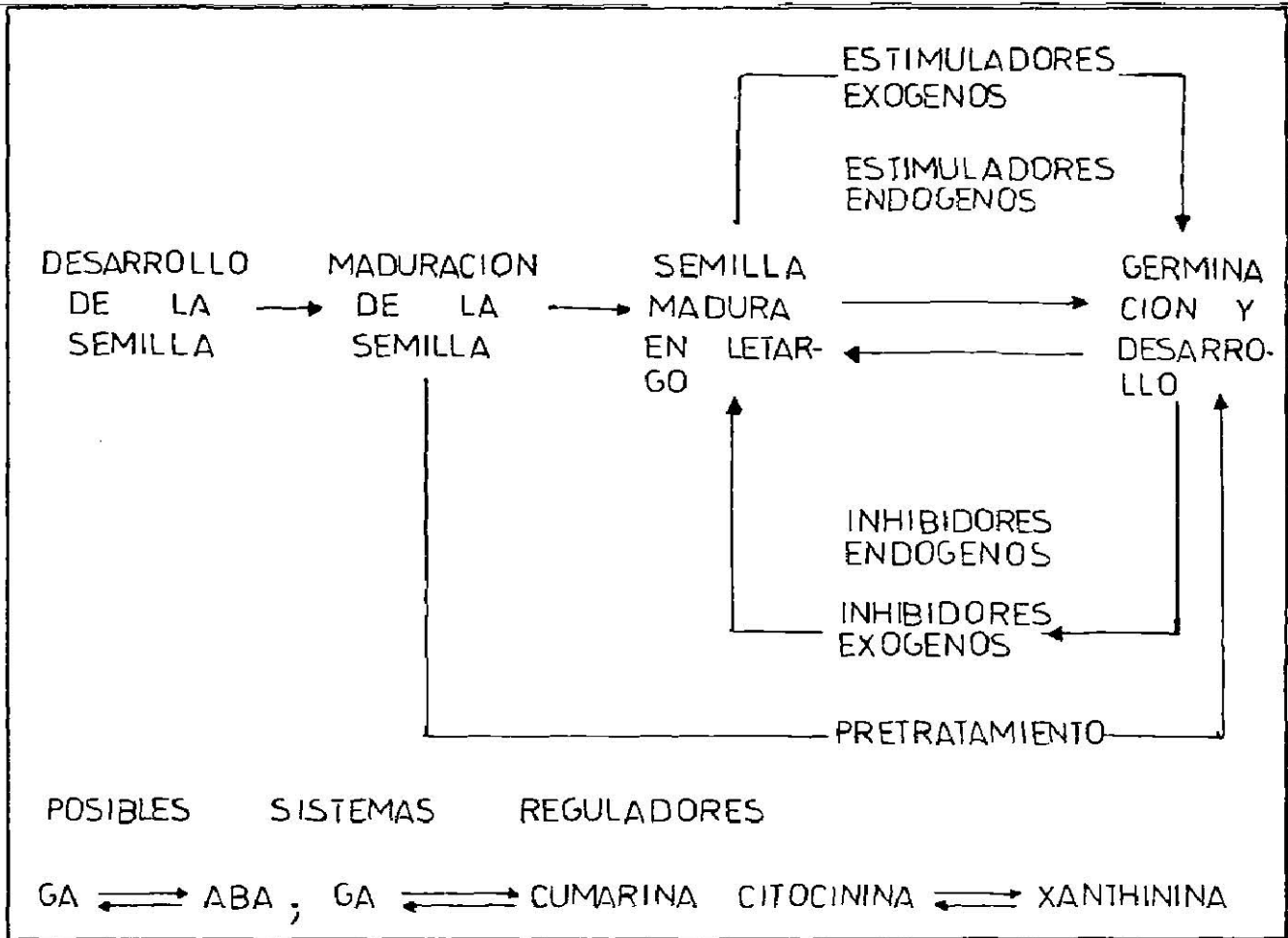
Barthwich y otros en 1954, Miller y otros en 1936 y Shanhla en 1968, citados por Devlin, (1980), trabajando con semillas muy distintas, se ha demostrado en muchas ocasiones que, hay diversos compuestos estimulantes de la germinación, los más conocidos y empleados actualmente son el nitrato de potásico (KNO_3), la tiourea ($\text{NH}_2-\underset{\text{S}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{NH}_2$), el etileno (C_2H_4), la giberlina y la cinetina. La tiourea, la giberlina y la cinetina son interesantes porque se han empleado en algunos casos en substitución de las necesidades de luz de semillas fotosensibles.

En la siguiente figura, presentada por Rojas, G. (1981), representa los sistemas reguladores del létargo en las semillas y posible acción exógena sobre ellos.

Giberelinas

Antecedentes históricos

Los estudios de esta sustancia hormonal comenzaron a partir de 1926, cuando Kurosawa, investigador fitopatólogo, en Japón, analizó una enfermedad común en los arrozales llamada "Bakanae" (gigantismo). Cuya enfermedad era causada por Gib-



berella fujikuroi, hongo ascomiceta denominada Fusarium moniliforme Sheld en su forma sexual. Las plantas atacadas se caracterizan por el tamaño desmesurado que alcanzan sus cañas, las que raramente florecen y fructifican. Con filtrados del cultivo del hongo, libres de micelio o esporas, Kurosawa pudo reproducir la enfermedad y llegó a la conclusión de que el fenómeno era causado por una sustancia activa sintetizada por el parásito, (Sivori, et al, 1980; Weaver, 1976; Wain, 1980; Devlin, - 1980).

Para el año de 1935, Yabuta obtuvo una preparación activa a la que denominó giberelina, en base al nombre del hongo que

se había aislado. En Estados Unidos, los primeros trabajos reportados fueron hechos por Mitchell y Angel en 1950, en Maryland y en 1955 en Inglaterra, Borrow, et al, desarrollaron trabajos de investigación similares, los primeros trabajos sobre chícharos enanos fueron realizados por Brian y Hemming en 1955, quienes demostraron que al aplicar GA₃, las plantas enanas crecen hasta alcanzar su nivel normal de crecimiento. - - Phinney en 1956, hizo pruebas similares sobre el maíz enano de gene simple, encontrando resultados similares (Weaver, 1976).

Es interesante destacar que existe no una, sino muchas formas de giberelinas más o menos emparentadas químicamente con el AG. Hasta el año de 1946 solo se conocían nueve formas identificadas químicamente, las que se denominaron A₁, A₂, A₃ (AG), A₄, ---, A₉. Hoy en día se conocen 34 giberelinas, las que se denominan con la misma nomenclatura anterior, (Sivori, M. E. et al, 1980).

Presencia de giberelinas en las plantas y Naturaleza Química

Después de los trabajos realizados por japoneses norteamericanos y británicos, se descubrió que había giberelinas en las plantas superiores y que eran uno de los tipos importantes de hormonas reguladoras del crecimiento de los vegetales. Por lo común las semillas inmaduras representan la mejor fuente de giberelinas naturales (Weaver, 1976).

En la actualidad existen cuando menos treinta y siete giberelinas conocidas y la lista crece año con año. Algunas giberelinas se encuentran solo en el hongo Gibberella fujikuroi, otras están presentes solo en plantas superiores y otras se encuentran en ambas.

Principales giberelinas y sus respectivas fuentes:

GIBERELINA

FUENTE

GA ₁	- <u>Giberrela fujikuroi</u> - <u>Pharabitis nil</u> -Bulbos de tulipán -Semillas de pepino -Maíz, cebada, trigo - <u>Phaseolus coccineus</u> , etc.
GA ₃	- <u>G. fujikuroi</u> - <u>P. nil</u> -Brotes de vid y cítrico -Semillas inmaduras de manzano - <u>P. coccineus</u>
GA ₂	- <u>G. fujikuroi</u> - <u>P. nil</u>
GA ₄	- <u>G. fujikuroi</u> - <u>P. nil</u> -Vid -Semillas inmaduras de manzano - <u>P. coccineus</u>
GA ₅	- <u>P. nil</u> -Bulbos de tulipán - <u>P. coccineus</u> -Caña de azúcar
GA ₆	- <u>P. coccineus</u> - <u>G. fujikuroi</u>
GA ₇	- <u>P. nil</u> -Vid -Banana

GIBERELINA

FUENTE

GA ₈	-Bulbos de tulipán -Semillas inmaduras de manzano - <u>P. coccineus</u>
GA ₉	- <u>G. fujikuroi</u> - <u>P. nil</u> -Bulbos de tulipán - <u>Rudbeckia bicolor</u> - <u>G. fujikurai</u>
GA ₁₀ , GA ₁₁ , GA ₁₂ , GA ₁₄ , GA ₁₅ , GA ₁₆ , GA ₂₄ , GA ₂₅ , GA ₃₆	- <u>G. fujikuroi</u>
GA ₁₃	- <u>G. fujikuroi</u> -Bulbos de tulipán - <u>P. coccineus</u>
GA ₁₇	- <u>P. coccineus</u>
GA ₁₈	-Brotos de Bambú -Brotos de <u>luteus</u>
GA ₁₉	- <u>P. nil</u> -Brotos de tulipán
GA ₂₀	- <u>P. nil</u> -Brotos de tulipán - <u>P. coccineus</u>
GA ₂₁ y GA ₂₂	-Frijol Sable
GA ₂₃ y GA ₂₈	- <u>Lupineus luteus</u>

GIBERELINA

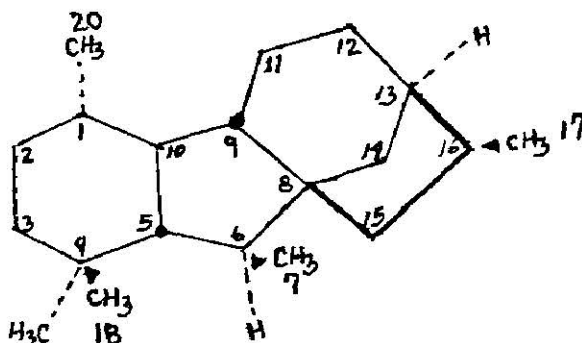
FUENTE

GA₃₀, GA₃₁, GA₃₃ y GA₃₄

-Semillas de Calonyction
oculeatum.

Además de éstas existen otras sustancias que han sido extraídas de vegetales diversos, que poseen cierta actividad similar a las giberelinas, pero no poseen la estructura del giberelano, por lo cual no se les clasifica como tales, (Garza, L. 1984).

Actualmente, la International Union of Pure and Applied Chemistry Committee on Organic Nomenclature, establece que las giberelinas contienen el esqueleto del enantiómero de gibberelano (Ent-gibberelano):



Este esqueleto tiene la ventaja de utilizar un sistema de numeración que corresponde al de otros diterpenos cíclicos, ya que estas sustancias están químicamente relacionadas con los compuestos naturales llamados terpenoides, quienes en gran número se encuentran en las plantas, (Ejem. esteroides, carotenoides, etc.).

Las principales diferencias entre giberelinas son:

- a) Algunas tienen 19 átomos de carbono y algunas otras 20.
- b) Hay grupos de hidróxidos que pueden encontrarse presentes o ausentes en las posiciones 3 y 13 (del esqueleto estructural anterior).

Además se ha observado que todas las giberelinas de átomos de "C" son ácidos de lactona. (Weaver, 1976; Garza, L. - 1984).

Dada la compleja estructural química de las giberelinas (principalmente su isomerización) es poco probable su síntesis comercial en un corto plazo.

Efectos fisiológicos

Un papel importante de la giberelina en la planta normal parece ser el alterar el balance entre el crecimiento del entrenudo y el desarrollo de la hoja de manera tal de producir diferentes formas de crecimiento apropiadas para las necesidades de la planta en diversas estaciones para propósitos diferentes. La giberelina estimula el crecimiento del brote principalmente acelerando las tasas de elongación y de división de las células en la región subapical del meristemo donde se están desarrollando los entrenudos jóvenes. Otro efecto de las giberelinas es inducir la síntesis de enzimas hidrolíticas tales como la amilasa (que hidraliza el almidón) y la proteasa (que hidraliza proteínas) durante la germinación de la semilla de cereales tales como la cebada y el trigo. Este efecto de la giberelina es ejercido sobre células específicas de las semillas de cereales llamadas células de aleurona. (Ray, N. P., 1975).

El principal efecto de la aplicación de giberelinas es la estimulación del crecimiento, además provoca un efecto contrario a la inhibición que induce la luz en el crecimiento del tallo, también induce la partenocarpia, principalmente en el melocotonero y ciruelo; así mismo pueden provocar la floración en muchas especies que requieren horas frías (como zanahoria, col, nabo, etc.).

Por otro lado, pueden romper el reposo de las semillas

de muchas especies y en cuanto a enfermedad se ha encontrado que el amarillamiento de las cerezas, ésta puede atacarse mediante la aplicación de estas hormonas, (Garza, L, 1984).

Germinación de la semilla

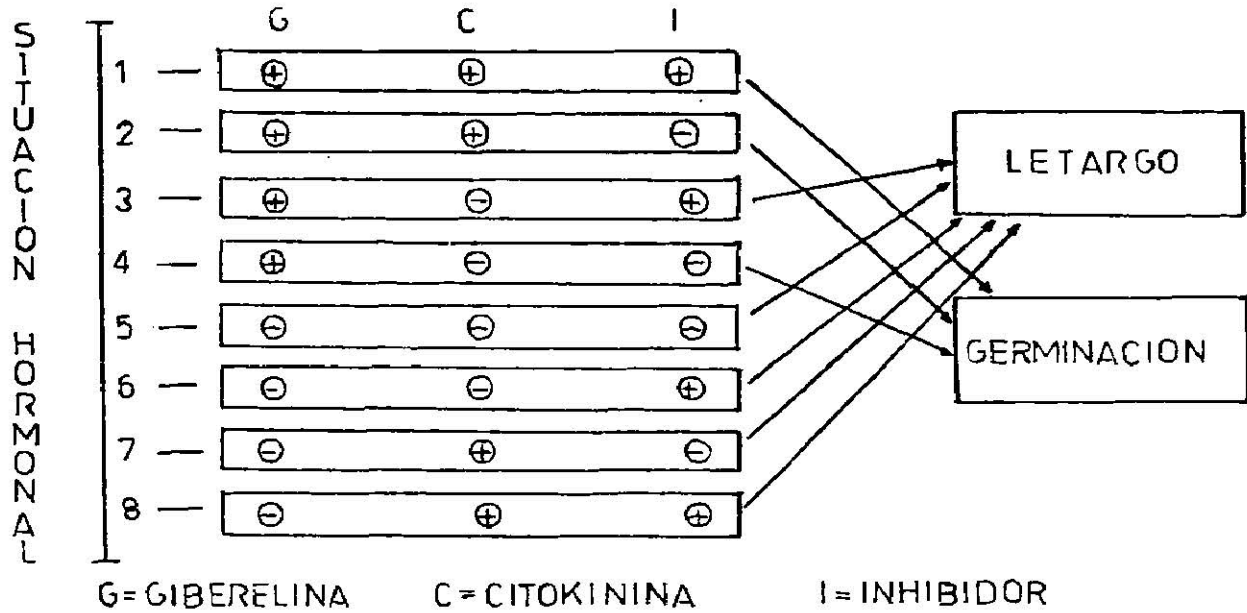
Las giberelinas pueden terminar con el reposo de las semillas de muchas especies. En los primeros trabajos, las semillas de algunas especies no fueron afectadas, por la aplicación de giberelinas exógenas; ciertas investigaciones posteriores indican que frecuentemente la causa era el hecho de que la sustancia no penetrara a la cubierta de la semilla (Weaver, - 1976).

Para semillas de valor agrícola conviene a veces romper el létargo. En semillas de testa "dura" esto se logra por la escarificación, resquebrajando o debilitando la testa por medios mecánicos. También se han aplicado con éxito variables estímulos físicos, como el pretratamiento con frío y las alteraciones frío-calor, o bien estímulos químicos. El uso de fitohormonas ha encontrado también un éxito variable, habiéndose usado ácido indolacético de 0.02 a 0.2% en cereales, y ácido giberélico (Rojas, G., 1981).

Según el presente modelo de Khan (1971), citado por Hartmann (1971), la germinación se efectúa solo en presencia de la giberelina. Si está presente un inhibidor, anula los efectos de la giberelina y la germinación no se realiza (No. 3). Pero luego se añade citokinina, ésta bloquea los efectos del inhibidor y permite que se lleve a cabo la germinación. (No. 1) (Fig. No. 1).

Hartmann (1971), citó a Khan, en un estudio con AG. En la oscuridad, las semillas de lechuga de la variedad "Gran rapids" no germinan, pero su germinación es estimulada por concentraciones crecientes de ácido giberélico (No. 2). El ácido abscísico inhibe por completo la germinación promovida por la gibe-

(Fig. No. 1)



relina (No. 5). La kinetina (K) en parte, nulifica el efecto del ABA (No. 3 y 4). Sin embargo, en ausencia del ABA la kinetina no estimula más la germinación promovida por la giberelina (No. 1). (Fig. No. 2).

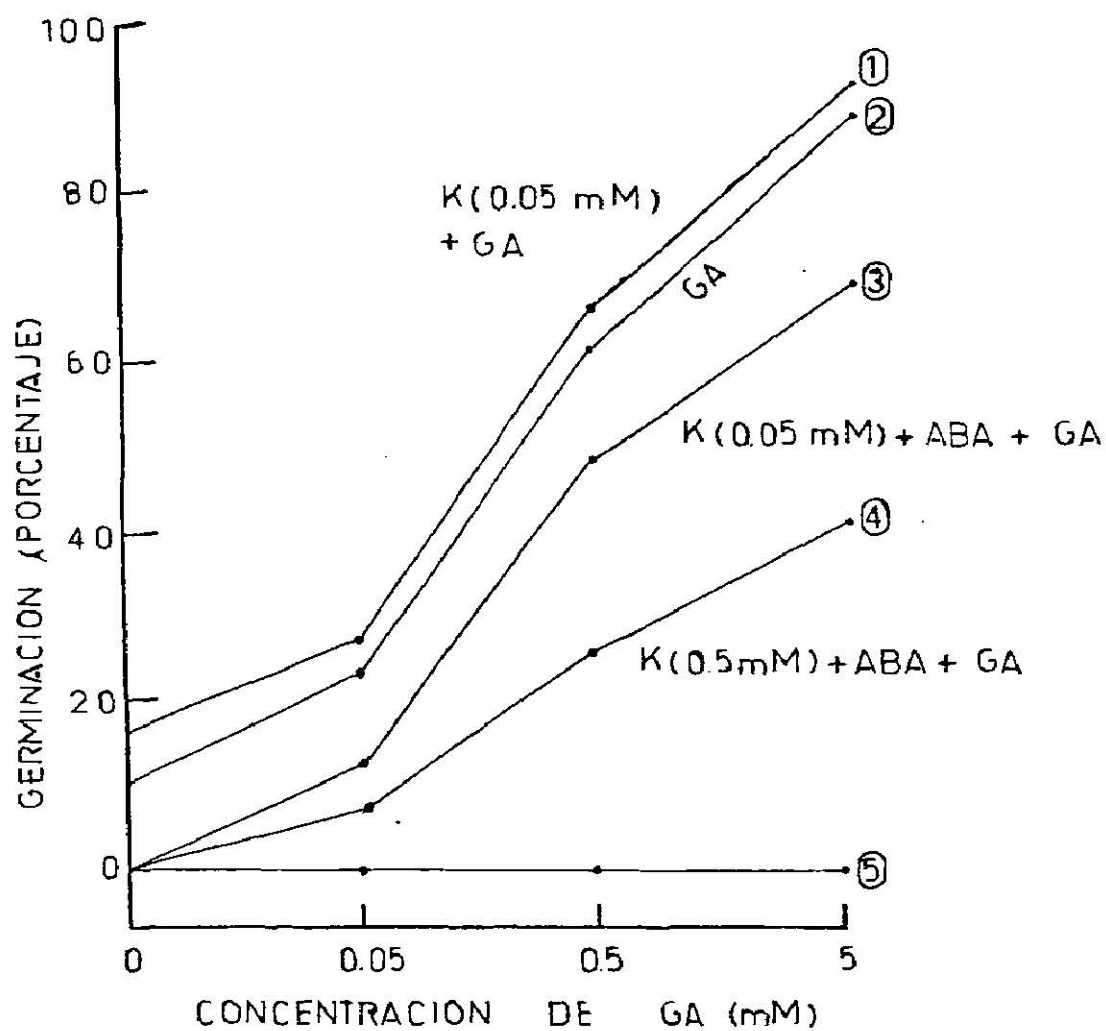
El proceso de germinación se ha estudiado bastante, y el conocimiento, si bien no completo, ha avanzado mucho. A continuación se mencionan algunas especies donde se rompe el létargo en semillas, mediante sustancias hormonales giberélicas y sus dosis. (Rojas, G., 1976).

Rompimiento del létargo en semillas

Dosis

Vid	Idem GA 8000 pm sin escarificación. 10 ppm. escarificada.
Duraznero	Idem GA 100 ppm al mes cosechado.
Naranja	Inmersión o Aspersión de - GA 100 ppm:

(Fig. No. 2)



Otros estudios realizados por Weaver, (1976), donde se rompe el létargo en semillas con sustancias hormonales son:

Cítricos

GA 1,000 ppm. (79% de germinación).

Cerezo

Enfriamiento de la semilla durante 24 y 34 días a 7°C, tratadas posteriormente con AG a 100 ppm.

Otros efectos fisiológicos estimulados por giberelinas

(Sivori, et al, 1980) son:

- a) Actividad cambial. (Begonia, álamo y la papa).
- b) Reversión de los efectos enanizantes producidos por los retardantes. Tiene acción en los meristemas subapicales.
- c) Expansión foliar. En secciones de hojas y discos foliares, (en ciertos cereales y otras gramíneas).
- d) Modificación de la heterofila. Retarda la aparición de hojas pentalobadas en Passiflora caerulea.
- e) Regeneración de variedades de papa endémicamente virosas.
- f) Diferenciación de yemas florales. El AG aplicado en duraznero en la estación anterior, reduce el número de yemas florales, que son de menor tamaño.
- g) Retraza de la floración en los frutales y en la vid.
- h) Estimula la partenocarpia.
- i) Acelera la vernalización.

Mecanismo de Acción

La evidencia más clara se halló estudiando el mecanismo por el cual las giberelinas inducen la síntesis de novo de ciertas enzimas hidrolíticas, particularmente α -amilasa, en la capa aleuranífera que rodea al endospermo en la cariopsis de la cebada producía un factor inductor de la actividad de α -amilasa. Por otra parte también se demostró que el ácido giberélico inducía actividad amilolítica en el endospermo aislado de el embrión. Poco después, varios autores demostraron que la producción de la enzima ocurría en la capa aleuronífera como resultado de la acción de la giberelina. Se pensó que el embrión sería el centro del origen de las giberelinas, las que transportadas a la capa aleuronífera estimularían en ella la síntesis de α -amilasa, responsable de la hidrólisis del almidón en el endosperma, así como de otras enzimas hidrolíticas. La cantidad de azúcares reductores liberados por hidrólisis es

proporcional al logaritmo de la concentración de la hormona.

Los inhibidores de la síntesis de ARNm, como la actinomicina D, y de proteínas inhiben la síntesis de α -amilasa. El bloqueo de la síntesis por actinomicina D es efectivo dentro de las primeras 7 u 8 horas de incubación de la capa aleurónica en presencia de giberelina. Luego de ese lapso no tiene lugar. Ella demuestra que el AG promueve la síntesis del ARNm necesario para transmitir la información genética de un ADN específico para la síntesis de α -amilasa.

La vida del ARNm necesaria para la síntesis de α -amilasa parece ser relativamente fugaz, dado que se necesita un aporte permanente de AG para mantener un nivel uniforme en la síntesis de la enzima.

Debe destacarse que no todas las giberelinas muestran la misma actividad con respecto a la síntesis de enzimas. (Sivori et al; 1980; Weaver, 1976; Córdoba, 1976; Devlin, 1980).

Métodos de extracción e identificación

A) Métodos de extracción

a) Técnica de difusión. En 1964, Jones y Phillips, citados por Weaver (1976), demostraron que las giberelinas se difunden con facilidad de las yemas apicales, y que esta técnica puede aplicarse al cuantificar el contenido de giberelinas de vegetales. La difusión en agar permite al investigador estimar la producción hormonal a lo largo de un período específico mientras que la extracción indica solamente el contenido de giberelinas de la parte vegetal extraída en un momento dado.

b) Extracción con disolventes. Los dos solventes más comunes que se utilizan para la extracción de giberelinas son el alcohol metílico y la acetona.

West y Reilly, en 1961, citados por Weaver (1976) aplicaron el método, al extraer y purificar sustancias similares a las giberelinas, de semillas inmaduras de pepino silvestre (Echinocystis macrocarpa). Las semillas inmaduras se extrajeron con partes iguales de acetona y agua. Después de la evaporación, dos litros del extracto viscoso, de endospermo se ajustaron a pH3, con ácido sulfúrico. A continuación, con acetato etílico se extrajo varias veces la suspensión. Los extractos que se combinaron y concentraron contenían la mayor parte de los materiales activos, según lo determinaron los bioanálisis efectuados con mutantes enanos de maíz. Los extractos combinados se extrajeron con solución acuosa al 5% de carbonato de sodio, con el objeto de eliminar las sustancias ácidas. El material biológicamente activo se retira de la fase acuosa, después de acidular ésta a pH3, extrayendo las sustancias similares a las giberelinas, con acetato etílico. El residuo de la capa de acetato etílico (2.5g.) se cromatografió en una columna de carbón-celita (1:2) elaborada con concentraciones mayores de acetona y agua. Las cromatogramas en papel de proporciones de 1 a 100 mg. de los sólidos biológicamente activos, obtenidos de la columna de carbón se revaluaron en alcohol n-butílico 1.5 N amonio hidróxido (3:1) (fase superior) como solvente revelador. McMillan, et al, en 1961, y Sembdner y Schreiber, en 1965, hicieron ensayos similares sobre Phaseolus multiflorus y Nicotina tabacum respectivamente, estas pruebas son resumidas por Weaver (1976).

B) Método Físico-Químico

Una vez extraída la giberelina, es necesario su separación e identificación. Para tal propósito existen los métodos de cromatografía de capa fina, cromatografía de gas y espectrometría de masa, cromatografía de columna y otros que son descritos por Weaver (1976) y Mitcher y Livingston (1973).

C) Ensayos biológicos:

Algunos bioensayos importantes para giberelinas son los siguientes:

- Bioensayos de chícharo enano, el cual mide la longitud de tallo.
- Bioensayos sobre el maíz enano, en el cual se mide la longitud de las vainas foliares.
- Bioensayos sobre lechuga, en el cual el órgano estudiado es el hipocotilo, éste fue desarrollado por Fankland y Woreig, en 1960.
- Ensayo biológico sobre el hipocotilo de pepino.
- Bioensayos de endospermos de cebada, la cual se basa en la inducción por las giberelinas de un aumento de los niveles del enzima amilasa en semillas de ésta, partidas a la mitad con el objeto de eliminar el embrión, (Garza, L. 1984).

Citocininas

Antecedentes históricos

Haberlandt en 1913, relevó la existencia de hormonas diferentes de las auxinas, demostró que la división celular en pedazos de tubérculos de papas, ocurría solamente en presencia de una vena que contuviera tejido de floema y que la influencia que induce a la división celular iniciada en el floema, penetra una película delgada de agar.

El descubrimiento de la primera citocinina, la cinetina, se logró durante experimentos derivados de investigaciones sobre cultivos de tejidos, en los laboratorios de Skoog y Strong en la Universidad de Wisconsin. Se cultivaron en un medio sintético segmentos de tallos de tabaco (Nicotiana tabacum Wisconsin 38). Se produjo un crecimiento rápido de tejido calloso, pero pero muy pronto perdía velocidad y se detuvo. Fue hasta el año de 1956, que fue descubierto el primer compuesto de citocinina, fue la 6-furfuriladenina, conocida hoy como cinetina aislada del DNA del esperma de arenque esterelizado por autoclave. En 1957, Shoog y Miller, citados por Weaver (1976), demostraron que la cinetina resultaba eficaz en la formación de

yemas en cultivos de tejidos de meristemos de tabaco.

Wickson y Thimann en 1958, demostraron a su vez, que aplicaciones de cinetina sobre chícharos (Pisum sativum) vence la dominancia apical. Y fue el año de 1964, en que Letham, citado por Weaver (1976), encontró la zeatina, primer citocinina natural, en granos de maíz. Ahora se sabe que tanto la zeatina como su ribosido se encuentran distribuídos en las especies vegetales, (Weaver, 1976).

Composición Química

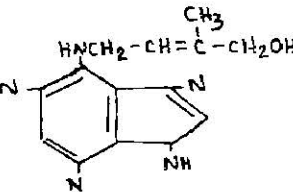
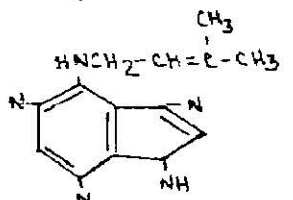
Son sustancias naturales o sintéticas que provocan la división celular en ciertos tejidos vegetales cortados en presencia de las auxinas. Por su actividad se asemeja a la cinetina primera citocinina descubierta (Weaver, 1976; Sivori y colaboradores, 1980).

De más de cuarenta especies vegetales, se han obtenido extractos cuyos compuestos manifiestan actividad citocinínica. Se han encontrado niveles relativamente altos de esta sustancia en tejidos que presentan una división celular activa, como las semillas en germinación y los frutos jóvenes. Sustancias similares se han encontrado en microorganismos y extractos de levadura. Las citocininas se han encontrado en semillas en germinación, de cebada, lechuga y chícharo. Letham, 1967, citado por Weaver, (1976), los frutos en el desarrollo del membrillo, manzano, ciruelo, durazno, peral y tomate, han permitido obtener citocininas. También se han descubierto citocininas en semillas de altamuz, sandía y calabaza. Generalmente las actividades de las citocininas se correlacionan con la ubicación de las regiones de división celular activa y los períodos de división celular activa, (Weaver, 1976).

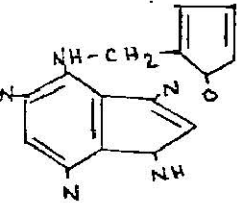
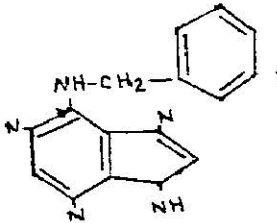
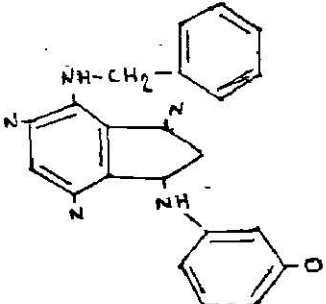
A continuación, se menciona la fórmula estructural, nombre de la misma y fuente de donde se obtienen las citocininas

naturales y sintéticas.

Citocininas Naturales

Fórmula Estructural	Nombre	Fuente
	Zeatina	-Granos de maíz
	6(Y,Y-dimetil (amino) purina (2 P)	- <u>Corynebacterium</u> <u>fascions</u> -Varios RNAt

Citocininas Sintéticas

	6-furfurilami- na purina (ci- netina)	-A partir del DNA - envejecido
	benilamino pu rina (BA)	-Sintetizado por la Shell Development Company.
	8-(benzilami- no)-9-(2-tetra hidropiranyl)- 9-4purina (PBA)	-Sintetizado por la Shell Development Company.

(Weaver, 1976)

Efectos fisiológicos

División Celular. Miller y otros en 1916 y Skoog y Miller en 1957, citados por Devlin (1975), demostraron la estimulación de la división celular en cultivos de tejidos vegetales fue el primer efecto de la citocinina que se observó.

Las concentraciones extremadamente bajas ($5 \times 10^{-10} M$) de la citocinina denominada zeatina, provoca la división celular en médula de tabaco y explantaciones de floema de zanahoria; sin esta sustancia, se produce solo un crecimiento ligero de esos tejidos. (Weaver, 1976; Devlin, 1980).

Además de fomentar la división celular, las citocininas influyen en la diferenciación de los cultivos. Cuando la cantidad de citocininas es baja en proporción con las auxinas, se produce un desarrollo en las raíces, pero cuando es elevada, se desarrollan en las yemas como los brotes. Cuando la relación es intermedia, se desarrollan tejidos de callos no diferenciados. Las citocininas provocan también la elongación de algunas hojas y la elongación de segmentos de tallos etiolados. Esta respuesta se debe en gran parte a la expansión celular. (Weaver, 1976; Devlin, 1980).

Otro efecto es retrasar el envejecimiento de los tejidos vegetales. En ocasiones las citocininas afectan la germinación. Las semillas de ciertas variedades de lechuga, cuya germinación requiere luz, puede germinar en la obscuridad, cuando primeramente se les trata con cinetina (Weaver, 1976; Devlin, 1980).

La aplicación de citocininas a las yemas axilares de los manzanos y los brotes de albaricoquero, permiten la dominancia apical. La formación de tubérculos en estolones de papa, se estimula mediante las citocininas. Los estolones tratados con cinetina demostraron tener una mayor acumulación de almidono

nes que los no tratados, antes de muestras visibles de formación de tubérculos (Weaver, 1976).

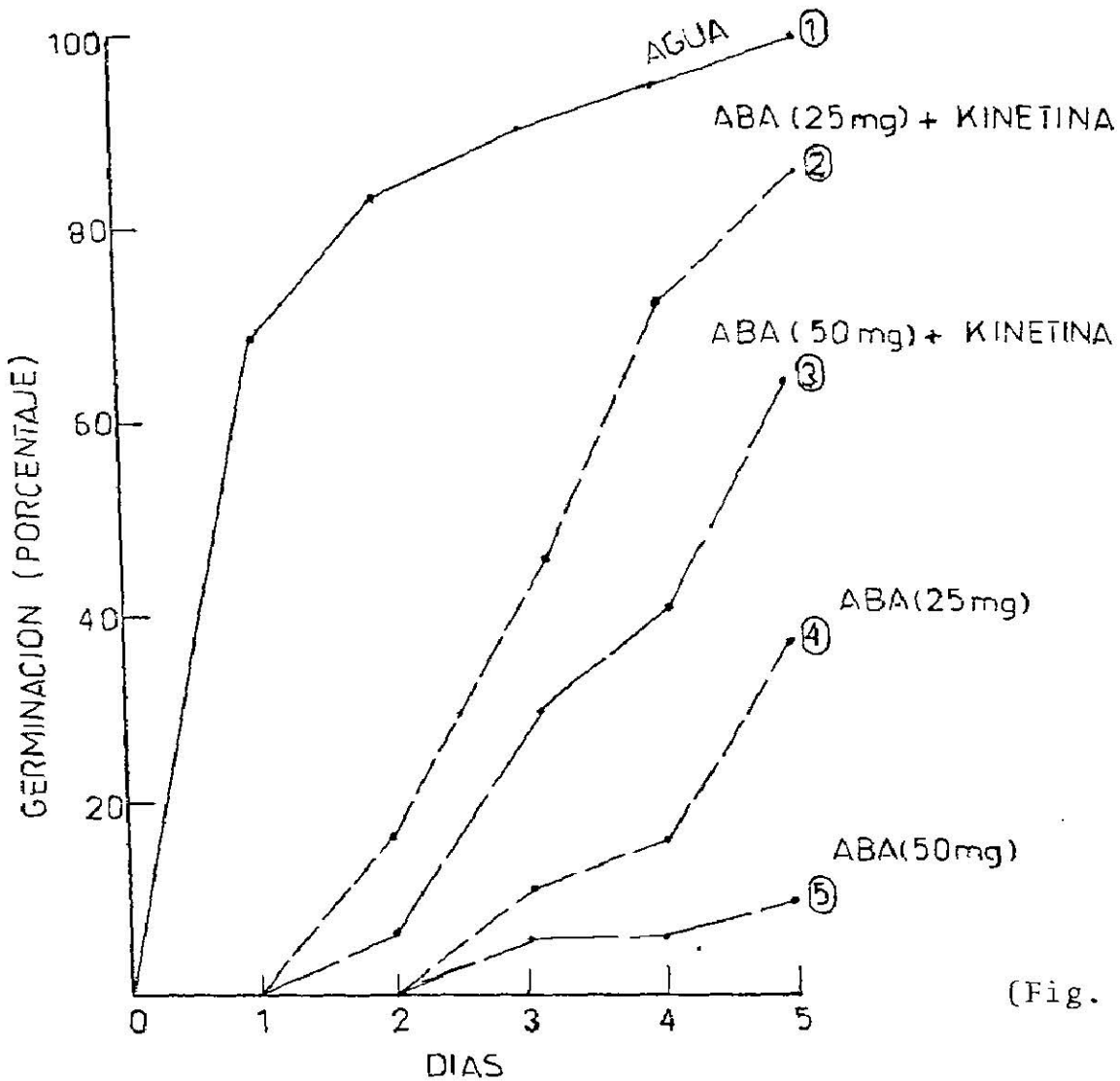
Acción de las Citocininas en la germinación

No solamente en granos de maíz, sino en semillas de un buen número de plantas, como es el caso del embrión y endosperma de pera han sido detectadas citocininas naturales. Para el año de 1954, Miller citado por Córdoba (1976), puso de manifiesto la relación que pudiera tener la localización de citocininas con el proceso germinativo al demostrar que las citocininas podían substituir el requerimiento de luz para la germinación de semillas de Lactuca sativa. Es sabido que las semillas de Lactuca sativa, comienzan a germinar bajo regímenes de luz roja, necesitando períodos de iluminación superiores a 8 minutos para que el efecto sea notable. La adición de kinetina, $5 \times 10^{-5} M$ hace que el mayor porcentaje de germinación se logre bajo regímenes de solo 1 minuto de exposición de luz roja, (Córdoba, 1976).

En un estudio realizado por Hartmann (1971), la germinación de semillas de lechuga "Grand Rapids" se efectúa en luz continua en el testigo en agua (No. 1). El ácido abscísico inhibe esta germinación promovida por la luz roja en proporción a su concentración (Núms. 4 y 5). La germinación es en parte restablecida con un tratamiento con kinetina (K) (Núms. 2 y 3), (Fig. No. 3).

Elkinowy y Hemberg en 1974, citados por Córdoba (1976), estudiaron la relación entre germinación de semillas de Hyoscyamus muticus y variaciones térmicas diurnas, demuestran que el porcentaje de germinación mayor (93-94%) se logra por variaciones diurnas de $10^{\circ}C$ durante 10 horas y 25° durante 14 horas, siendo el efecto independiente de la luz. Estos resultados disminuyen notablemente, e incluso se anulan, cuando las semillas son sometidas a regímenes de una sola temperatura continua. Esta inhibición provocada por la invernación térmica, es rápidamente su-

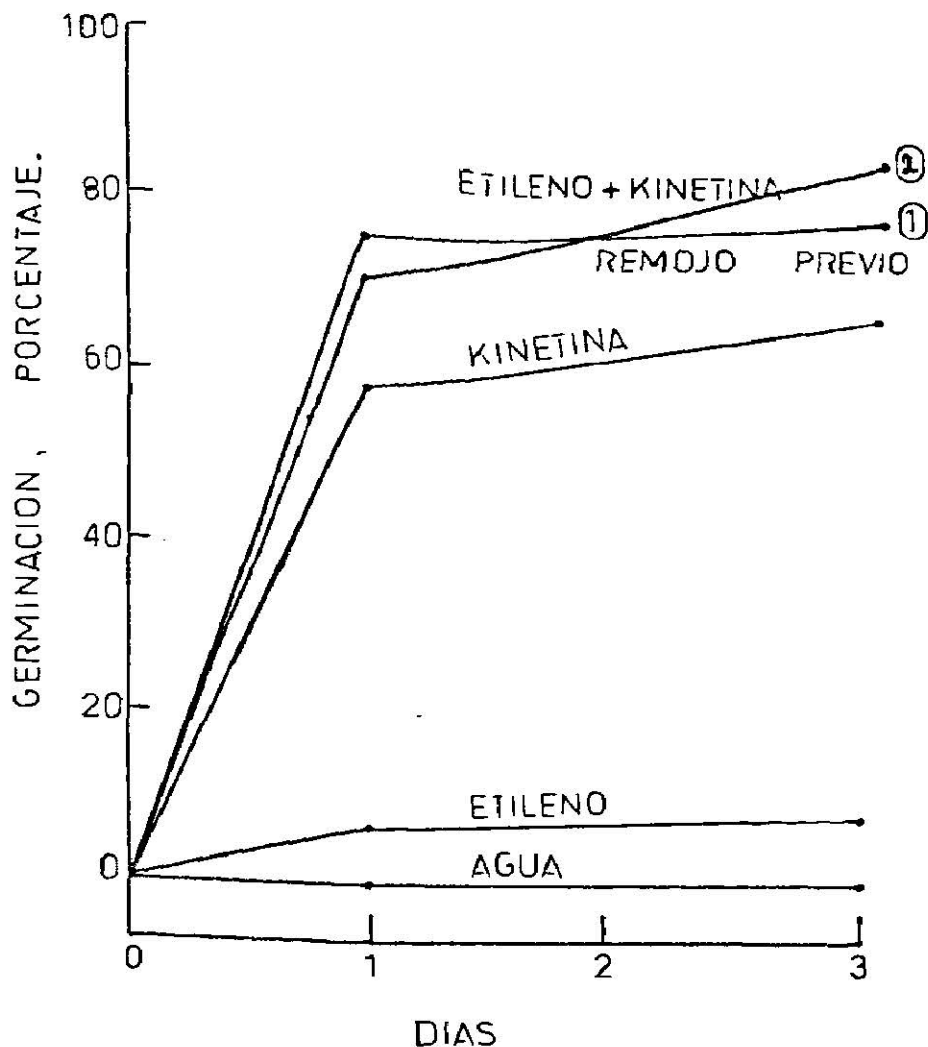
plida por kinetina, alcanzándose un porcentaje de germinación de 90% para una temperatura de 25°C.



(Fig. No. 3)

Hartmann (1971), citó a Sharples, en un estudio, donde las semillas de lechuga no germinan a temperaturas elevadas (35°C), pero semillas sometiénolas durante 24 horas a un remojo previo a 25°C germinan a esas temperaturas altas (No. 1). Este remojo previo puede reemplazar de manera experimental tratando a las semillas durante 3 minutos con una solución de 100 mg/lto de kinetina y haciéndolas luego germinar en papel filtro con 100 mg/lto de ethaphan, una sustancia química que libera etileno (No. 2). (Fig. No. 4).

(Fig. No. 4).



Métodos de Extracción, Separación y Evaluación.

La extracción se efectúa con solventes, preferentemente alcohol, y aún con agua. La purificación de los extractos se realiza mediante adsorción en resinas de intercambio o con carbón activo, a partir de las soluciones acuosas. La elución se practica con metanol o con dietilamina.

Convenientemente concentrados, los extractos se cromatografían y posteriormente se procesan mediante técnicas similares a las descritas para las giberelinas (Sivori y colaborado-

res, 1980).

Mecanismos de Acción

Quizá las citocininas actúan a nivel molecular o de los genes, pero aún se desconoce su mecanismo de acción. Lethman en 1969, citado por Weaver (1976), el hecho de que muchas citocininas se hayan aislado a partir de preparados de RNA, indica que las citocininas están relacionadas de algún modo con los ácidos nucleicos. Pueden actuar como depresores de los genes.

Helgeson en 1968, citado por Weaver (1976), mencionó que hay ciertas pruebas de que el RNA de transferencia para el aminoácido serina, la citocinina 6-(y, y-dimetilalilamina) purina es una base "impar" inmediatamente adyacente al anticodon (la secuencia de bases que llevan el código de igualación del RNAm que especifica a su vez el lugar apropiado del aminoácido en la nueva proteína. Skoog y colaboradores, en 1966, citado por Weaver (1976), detectaron citocininas en el RNAt de serina, en el hígado, las levaduras y Escherichia coli. Holley y colaboradores, en 1965, citados por Weaver (1976), encontraron la misma base junto al anticodon de un RNAt de tirosina; sin embargo, se observó, que los preparados de RNA de transferencia de alanina, no se detectó ninguna medición de las citocininas. Esta observación va de acuerdo con la falta de actividad citocinínica en el RNSt de alanina.

Etileno

Antecedentes históricos

La influencia del etileno sobre el comportamiento geotrópico de tallos y raíces, provocando un desarrollo atrofiado además de un aumento de crecimiento radical del tallo en el chícharo, se demostró a principios del presente siglo. Asimismo,

en Alemania y Estados Unidos de Norte América, fue detectada su presencia en las plantas de los alrededores donde ocurrieron fugas de gas. También se había observado como desaparecían el color verde de limones y naranjos en los almacenes al quemar aceite o queroseno.

Sin embargo, fue hasta la década de 1960, en que el etileno fue aceptado como hormona y en la actualidad, se cree que el etileno producido en el ápice de un brote, puede difundirse hacia abajo, lo que es un atributo de las fitohormonas.

Con el conocimiento y manejo de nuevas técnicas para la detección de pequeñas cantidades de éste, se ha despertado un gran interés sobre el estudio de esta hormona vegetal (Weaver, 1976).

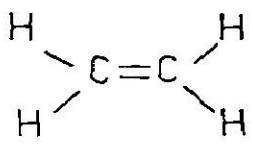
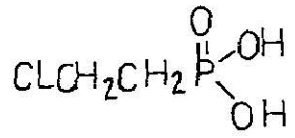
Naturaleza Química

El etileno es un hidrocarburo gaseoso y se puede sintetizar en cualquier área de la planta. Se ha demostrado que los frutos de maduración son fuentes potenciales del etileno y ha sido demostrado también que el Penicillium digitatum lo es al infectar limones almacenados y provocar la maduración de los frutos adyacentes.

En relación a productos sintéticos como fuentes de etileno, el Etifón (Acido 2-cloro etil fosfórico), el cual se degrada a etileno al ser aplicado a tejidos vegetales, ha adquirido gran interés en la agricultura comercial, al producir efectos similares al etileno, pudiéndose aplicar mediante técnicas sencillas.

En seguida, se describe el etileno y el etifón con sus fórmulas estructurales respectivas y fuentes principales:

FORMULA ESTRUCTURAL	NOMBRE	FUENTE	- - -
---------------------	--------	--------	-------

FORMULA ESTRUCTURAL	NOMBRE	FUENTE
	Etileno	-Frutos de maduración - <u>Penicillium digitatum</u> -Otras fuentes
	Etifón	-En la descomposición de tejidos vegetales.

(Garza, L., 1984)

Efectos fisiológicos

Uno de los primeros efectos observados fue el de estimular la germinación, y el crecimiento de brotes.

Los tubérculos de papa en reposo, se ven estimulados a germinar cuando se les ha aplicado etileno, a intervalos breves, sin embargo, los tratamientos más largos suprimen la germinación. También se estimula el crecimiento de varios granos, bulbos, estacas de madera dura y raíces, al igual que la germinación de algunas especies, al aplicar gas simplemente como pretratamiento breve o sea si se limita la exposición a unas cuantas horas, antes de la brotación o durante la inhibición de las semillas. Otros tratamientos hechos después de la brotación o terminación, inhiben el crecimiento de los brotes de las hojas, (Weaver, 1976).

Otros de los efectos por el etileno son los siguientes:

-Provoca la abscisión prematura en las hojas, frutos jóvenes

nes y otros órganos.

-Maduración y senescencia de frutos. El etileno se aplica para la maduración de frutos cosechados, como plátanos, mangos y melones.

-Inducción de la floración; en curcubitáceas, en piña. (Weaver, 1976; Sivori y colaboradores, 1980).

Mecanismo de Acción

Este gas posee una serie de propiedades que permiten considerarlo, en la actualidad, como un regulador endógeno normal de crecimiento. No solo influye en mayor a menor medida de crecimiento en los fenómenos fisiológicos antes citados, sino que ejerce su acción en cantidades relativamente pequeñas. Actúa por simple difusión, por lo que no requiere un transporte dirigido o activado a través de la célula o del sistema vascular. Además parece actuar a través de la regulación de la inducción de la síntesis de ciertas enzimas, de manera similar o las auxinas, giberelinas y citocininas. (Sivori y colaboradores, 1980).

Métodos de obtención e identificación

A) Métodos de extracción: El etileno por ser gaseoso y tener capacidad de difundirse al aire ambiental, no requiere métodos para extraerlo, sino solamente algún sistema de captación y control.

B) Método Físico-Químico

a) Métodos radioactivos: Mediante síntesis de muestra a radioactivos en etileno, es posible detectar la presencia o movimiento del etileno en las plantas.

b) Otra forma de detectar el etileno, con facilidad, es empleando el método de cromatografía gas-sólido.

C) Ensayos biológicos: No existen actualmente bioensayos

muuy satisfactorios para esta fitohormona, aunque con anterioridad se ha empleado en bioensayos llamado "Respuesta triple" de plántulas de guisante. Están presentes una respuesta a la aplicación exógena de etileno, induciendo a una disminución del crecimiento del tallo, una pérdida del geotropismo y un crecimiento radial significativo en el área inferior del ápice.

Al incluir la técnica de cromatografía de gas, ha sido posible medir pequeñas cantidades de ésta hormona y además estudiar las variaciones de ésta (en el tiempo) en la producción de etileno por los vegetales y su cantidad variante de un lugar a otro (Hill, 1977; Weaver, 1976).

SUSTANCIAS QUE FAVORECEN AL ENRAIZAMIENTO

Hormonas de enraizamiento (auxinas)

Laibach en 1934, citado por Beauliev y colaboradores (1973), empezó sus trabajos en la investigación a la acción de la auxina sobre la estimulación de las raíces en el caso de los esquejes. Muchos otros investigadores siguieron sus pasos, siendo sus resultados innumerables y a la vez contradictorios.

El empleo de la auxina y de las sustancias que tienen una acción análoga, así como la elección de tales sustancias, podría hacerse con más precisión, y por lo tanto con más éxito, si el mecanismo de la rizogénesis fuera conocido.

Las hormonas de enraizamiento, todas ellas sustancias de la familia fisiológica de la auxina de Kögle, desde hace más de diez años no han aumentado su familia con nuevas sustancias que tengan interés práctico. Su uso para el enraizamiento de las plantas herbáceas es muy extendido y no presentó ningún problema en particular, no es lo mismo por lo que respecta a las especies leñosas, (Beauliev y otros, 1973).

Concepto

Son reguladores del crecimiento que entre otros fenómenos fisiológicos en los que intervienen, poseen la propiedad particular de estimular la extensión de la pared celular acompañada de entrada de agua a la célula, y como consecuencia de ello inducen alargamiento celular.

Las auxinas pueden ser fitohormonas, como en el caso del ácido indolacético, o bien reguladores sintéticos, como en el caso de los ácidos indolpropiónico, indolbutírico, neftalenoacético, 2,4-diclorofenoxiacético, etc. (Sivori y colaboradores, 1980).

En la siguiente tabla se presentan algunas diferencias entre las auxinas y las giberelinas, según Galston, W. A. y Purves, H. W. (1960), citados por Devlin (1980).

Actividad	Auxina	Giberelina
Transporte polar.....	si	no
Estimula la iniciación radicular.....	si	no
Inhibe el alargamiento radicular.....	si	no
Retarda la abscisión foliar.....	si	no
Inhibe las yemas laterales.....	si	no
Estimula la formación de callo.....	si	no
Estimula las respuestas epinásticas.....	si	no
Estimula el crecimiento en plantas intactas, especialmente en las de tipo enano, y en las hojas de las monocotiledóneas.....	no	si
Estimula la germinación de las semillas y la terminación del reposo.....	no	si
Estimula el espigamiento y la floración de plantas bisanuales no vernalizadas y de plantas de días largos.....	no	si

Antecedentes históricos

En la actualidad, diversos autores coinciden en aceptar que las investigaciones modernas sobre los fitohormonas, fueron realizadas por Darwin hacia el año de 1880, al estudiar el efecto de la luz en plantas herbáceas jóvenes, concretamente en Phaloris canariensis y Avena sativa, sobre las que concluyó que la curvatura fototrópica, era consecuencia de una respuesta en una parte del órgano a un estímulo recibido en otra parte. Estos experimentos condujeron, cincuenta años después aproximadamente, al descubrimiento de las fitohormonas conocidas como auxinas, (wain, 1980).

Rother en 1894, confirmó y amplió los experimentos de Darwin, demostrando que el estímulo fototrópico se conduce por el tejido parenquimatoso del coleóptilo. Fitting, en 1907, demostró que la velocidad de crecimiento de los coleóptilos de Avena sativa no se ve afectado cuando se le realizaron incisiones unilaterales, (efectuó sus trabajos en un lugar saturado de humedad de modo que las superficies cortadas no se secaran ni antes ni después de que se les presionara unas contra otras. De haberlas dejado secar, se habían obtenido resultados diferentes, debido a la barrera contra la translocación que así se hubiera formado). Demostró también que las incisiones laterales no afectaban la respuesta fototrópica, no importa cuáles fueran sus posiciones respecto a la luz (Weaver, 1976).

Para 1913, Boysen-Jensen demostró que el estímulo fototrópico puede transportarse a través de material no vivo o a través del hueco de una herida, (Weaver, 1976).

Paael en 1918, confirmó los experimentos de Boysen-Jensen y demostró que el crecimiento desigual bajo iluminación unilateral podría simularse aplicando estímulo químico de forma desigual del ápice. Soding en 1925, amplió los trabajos de Paael, aplicando pruebas de crecimiento recto, tomó medidas preci

sas del crecimiento y demostró que si colocan la punta cortada del coleóptilo en su lugar, el coleóptilo reanudaba un crecimiento casi normal (Hill, 1977; Weaver, 1976).

En base a estudios, Stark en 1921, colocó pequeños bloques de agar que contenían varios extractos de tejido, por un lado de la superficie cortada de un coleóptilo decapitado y casi invariablemente obtuvo curvaturas positivas (es decir hacia el bloque agar). Sin embargo, en otros experimentos el mismo autor, utilizando savia exprimida de coleóptilo de Avena sativa no obtuvo curvatura.

Seubert, en 1975, aplicando la técnica empleada por Stark, demostró que bloques de agar conteniendo diastasa, saliva, o extractos de malta, producían una curvatura negativa (o sea, una estimulación del crecimiento) y quedó demostrado por vez primera, la existencia de sustancias de crecimiento fuera de las plantas.

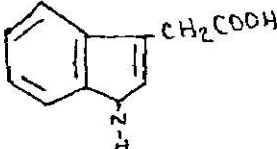
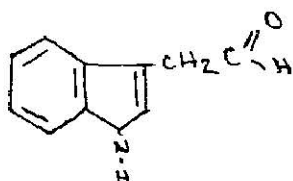
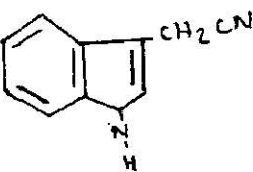
West, en 1928, contribuye con esta técnica, al desarrollar una prueba hormonal cuantitativa, llamada prueba de curvatura de avena. En esta prueba, indica que las curvaturas eran proporcionales, dentro de ciertos límites, a la cantidad de sustancias hormonales activas. West aisló el mensajero químico al dejarlo difundirse a un medio agar, que luego colocó de forma asimétrica sobre la plántula desprovista de ápice y provocando una curvatura.

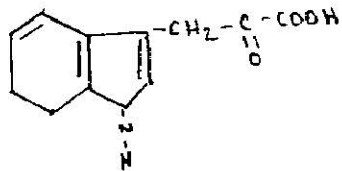
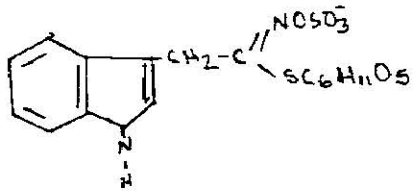
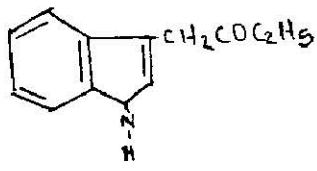
Ocho años después Kögl, descubre que el ácido 3-indolacético (AIA) es capaz de promover el alargamiento de las células de las plantas, ahora, el AIA se conoce como el más importante de su tipo dentro del grupo de hormonas conocidas como auxinas. Cabe señalar que el AIA había sido descubierto 50 años antes en la orina humana, pero no fue sintetizado químicamente hasta el año de 1904. Parece ser que el AIA es sin

tetizado a partir del triptofano por una serie de reacciones enzimáticas y se encuentran ampliamente distribuido en las plantas (Wain, 1980; Weaver, 1976; Devlin, 1980).

Composición Química

En la actualidad se sabe que todos los compuestos que tienen actividad auxínica son orgánicos; todos ellos poseen carbono, hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes, además algunos contienen nitrógeno y cloro; la mayoría tiene estructuras simples y algunas estructuras complejas. A continuación se describen algunas fórmulas de auxinas naturales, mencionando algunas plantas que lo contienen.

FORMULA ESTRUCTURAL	FORMULA QUIMICA	NOMBRE	FUENTE
	$R.CH_2-COOH$	Acido indolacético	En una gran variedad de especies vegetales
	$R.CH_2-CHO$	Indolacetaldehído	Plantas ahiladas y otras fuentes.
	$R.CH_2-CN$	Indolacetonitrilo	Plantas de la familia crucíferas. Parece ser que forma a partir de la descomposición de la glucobrasicina

FORMULA ESTRUCTURAL	FORMULA QUIMICA	NOMBRE	FUENTE
		Acido indolapirúvico	Endospermas - de maíz. En <u>Nicotina</u> y <u>Salix</u> Otras fuentes
		Glucobrasicina	Muchas plantas crucíferas. Sirve como precursor de otras auxinas.
		Etilindolacetato	Granos inmaduros de maíz. Semillas de uva Tubérculos de - papa. Sauces llorones

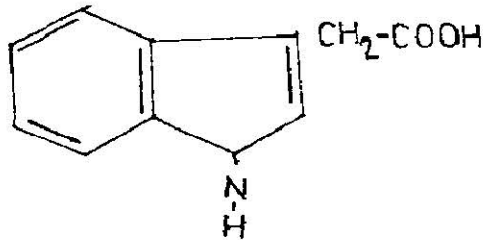
(Hill, 1977; Weaver, 1976).

Principales auxinas de enraizamiento

Acido Indolacético (AIA)

El AIA, una de las principales auxinas que aparece en las plantas superiores, se detectó en una gran variedad de tejidos vegetales. Por lo común, el nivel del AIA en tejido de plantas varía según la etapa de desarrollo del vegetal. (Weaver, 1976).

En la actualidad se admite que la estructura característica de las auxinas es el ácido B-indolacético, que es la más importante y extendida.

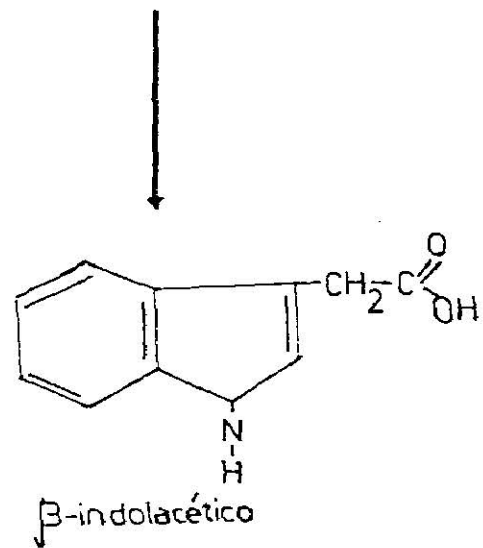
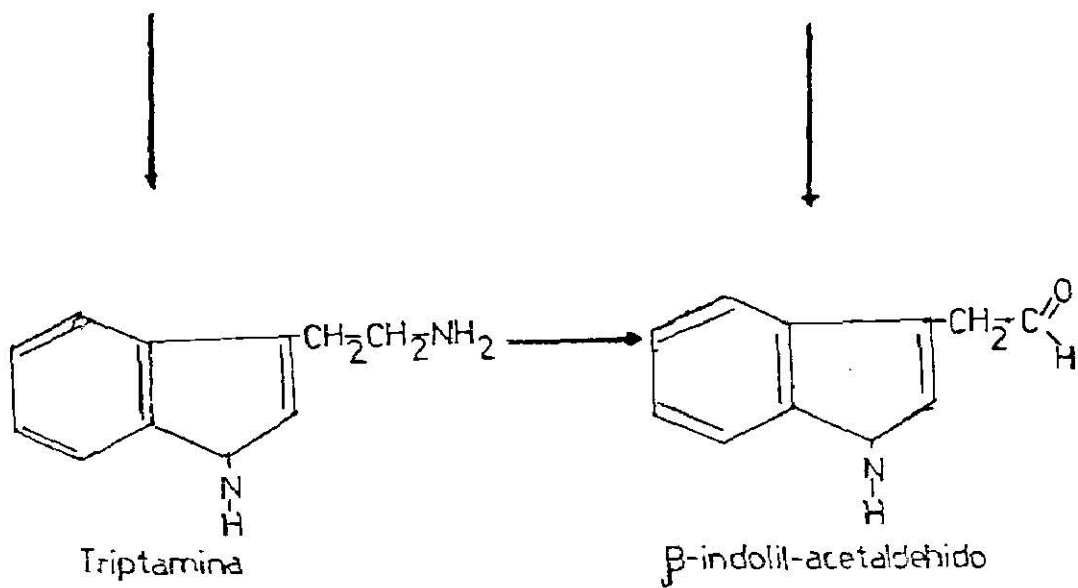
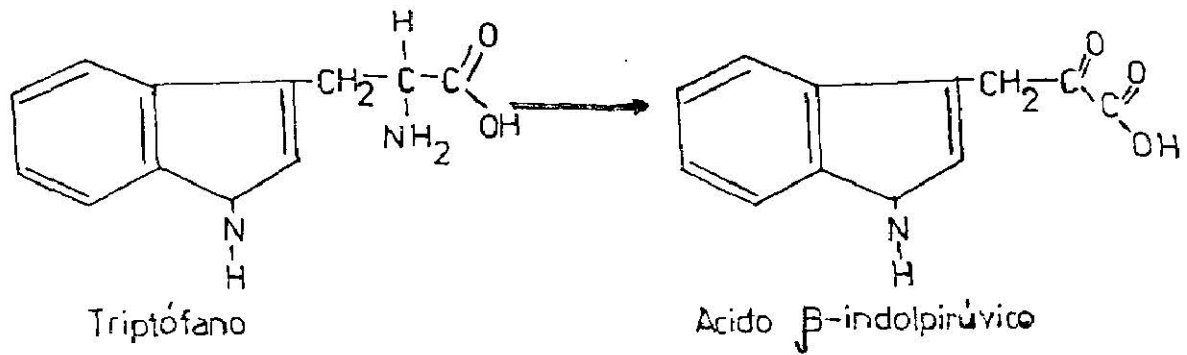


Posteriormente se han encontrado otros como el B-indolilialdehído y el B-indoliliacetonitrilo, el ácido B-indolpirúvico, el ácido B-indolpropiónico, el B-indolglucónico y algunos ésteres de ellos, pero no se sabe si son realmente precursores o derivados de la auxina principal.

Al ácido B-indolacético de la orina procede del triptófano de las proteínas de los alimentos, y las plantas verdes poseen la capacidad de realizar la misma conversión mediante un sistema enzimático estudiado. (Primo, 1980).

En la siguiente figura se representa la obtención del ácido B-indolacético a partir del triptófano. (Primo, Y., 1980). (Representación de la fig. en la sig. página).

El AIA es muy activo, pero presenta en la práctica dos in



convenientes (Beauliev y colaboradores, 1973; Weaver, 1976).

- a) Su molécula se destruye fácilmente por oxidación y es poco estable. (Beauliev y colaboradores).
- b) Es relativamente soluble y su médula se descompone rápidamente en tejidos de la planta,

Las tres hormonas principales de enraizamiento (AIA, AIB y ANA), no tienen exactamente la misma acción sobre la rizogénesis y he aquí la causa (en parte al menos) de las propiedades secundarias de su molécula: facilidad de penetración y rapidez de conducción dentro de la planta.

Existen hormonas aún más activas, pero su toxicidad no permite emplearlas como hormonas de enraizamiento. Su trato en particular de cuerpos como el 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético) o de sus análogos di- o tri-halogenados. Estos cuando se emplean en bajas concentraciones promueven la formación de raíces. Cuando se aplican en concentraciones altas o elevadas producen raíces gruesas y atrofiadas, y su límite de toxicidad se aproxima a la concentración óptima para la iniciación de raíces. La gama de eficacia de estos compuestos es muy estrecha. (Weaver, 1976; Beauliev y otros, 1973).

Según Audus, J. L. (1954), citado por Devlin (1980), presenta las curvas de respuesta que muestran el efecto de los diversas concentraciones de AIA sobre el crecimiento de tres órganos de la planta. (Fig. No. 5).
gina).

Acido B-indolbútrico (AIB)

El AIB es más estable y menos soluble. Su molécula pasa menos rápidamente en los diferentes tejidos de la planta y por eso queda más tiempo en el punto de su aplicación. Su acción es más localizada (Beauliev, et al., 1973). Un producto químico

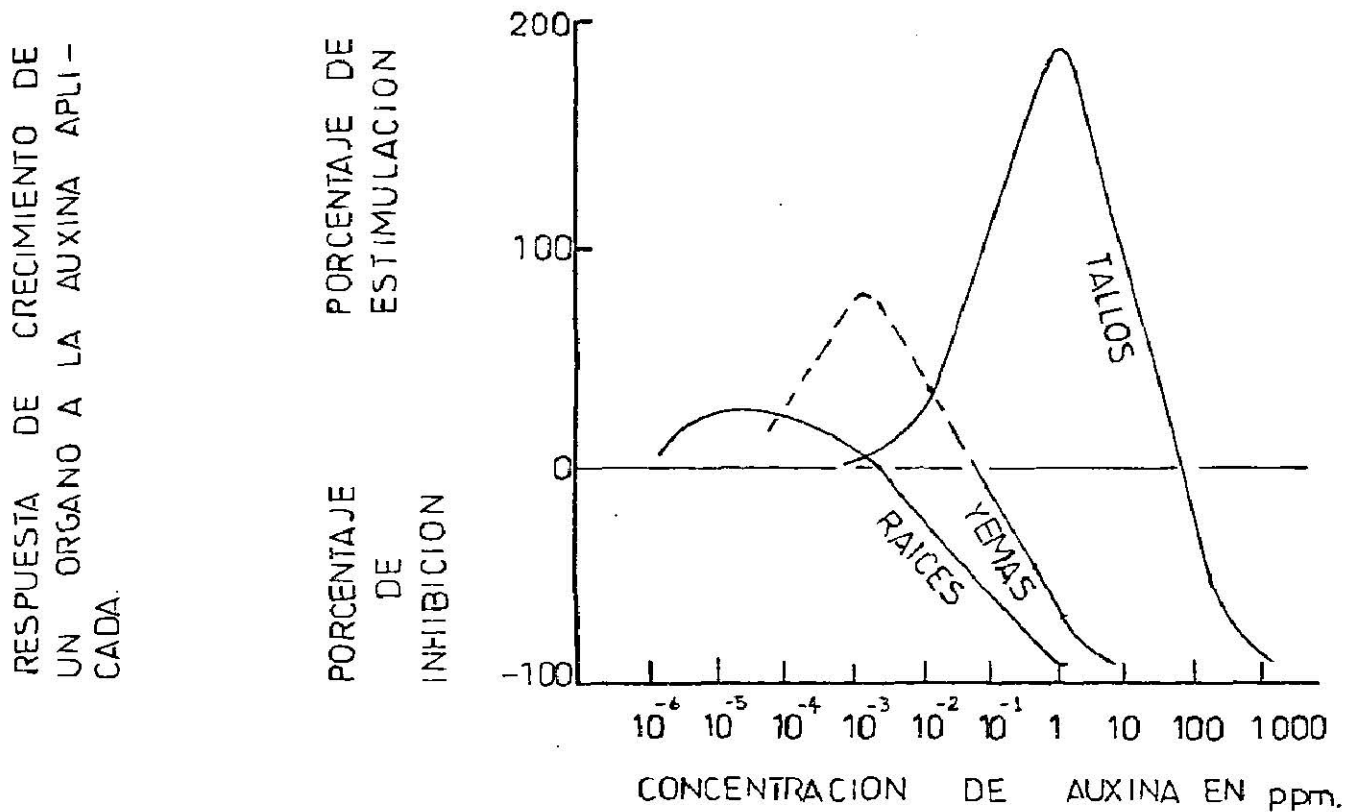


Fig. No. 5

co persistente resulta muy eficaz como estimulante de la raíz; debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. El AIB y el ANA resultan más efectivos - en la inducción de raíces que el AIA.

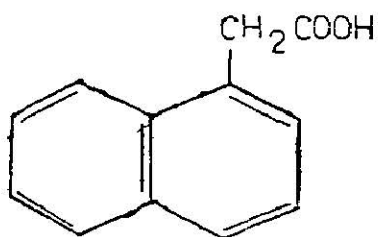
Los reguladores del crecimiento pueden modificar tanto el tipo de raíces como el número de que se produzcan. El AIB produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas. (Weaver, 1976).

Acido Naftalenacético (ANA)

Tiene las mismas observaciones que el AIB. No obstante, es de un empleo más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es muy pequeño. - Este compuesto químico tiene mejor eficacia en la promoción de

raíces que las dos auxinas descritas anteriormente, sin embargo, este compuesto es más tóxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas del ANA por el peligro de provocar daños a las plantas. (Weaver, 1976; Beauliev, et al., 1973).

Este compuesto pertenece a los derivados del neftaleno, teniendo la siguiente estructura química: (Valdez, 1969).



Las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación; partes iguales de AIB y ANA provocan que un porcentaje más alto de estacas echen raíces en algunas especies, que cualquiera de ambas utilizado por separado. Esas raíces presentan algunas características de los sistemas radicales tratados ya sea con AIB o con ANA.

No parece pues, que cualquier hormona, pueda convenir a todas las plantas. Deberá hacerse una selección, pero no es siempre fácil, ya que aparte de las hormonas, intervienen otros factores al mismo tiempo. A veces una mezcla de hormonas ha tenido éxito, donde las hormonas componentes empleadas solas, no han tenido ningún resultado o ha sido bajo. (Beauliev, et al., 1973; Weaver, 1976).

A) Cortes de tallos (Estacas)

a) Pasta de lanolina. El método que utiliza una pasta de lanolina entre 0.01% y 0.05% de hormonas, es probablemente el más antiguo método de aplicación de hormonas de enraizamiento. Apenas se ha empleado más que en ciertas investigaciones, pues su uso no es práctico. (Beauliev, et al., 1973).

b) Método de inmersión rápida. (Concentraciones altas) Se prepara alcohol en soluciones concentradas de 500 a 1000 ppm de sustancia química y se sumerge en ellas por un corto tiempo, alrededor de 5-10 segundos. El extremo parte basal de la estaca (1-2cm.) se coloca en un medio de enraice. La ventaja de este método es que no se necesita equipo para el remojo de las estacas. (Hartman, H. T., Keser, D. E. 1971).

c) Método de soluciones diluídas. (Concentraciones bajas). En el cual los 2.5 cm. basales de la estaca se remojan durante un tiempo de 18 a 24 horas, justo antes de instalarse en el medio de enraice, y las concentraciones varían de 20 ppm, enraizado fácil a 200 ppm en especies más difíciles, durante el remojo, las estacas deben mantenerse a temperaturas ordinarias, no debiendo ser colocadas al sol, (Suárez, 1985).

d) Método de espolvoreo. El producto hormonal se presenta en forma de polvo ya listo para su empleo. La estaca, con el corte y preparado, no deben estar húmedas, sino más bien secas. Las estacas se sumergen un poco, por la parte del corte, en el polvo y se golpean ligeramente para que se desprenda el exceso del mismo. Si existe todavía sólo una capa fina de polvo sobre el corte de la estaca, la concentración es correcta. Si la estaca, por el contrario, está demasiado húmeda y mojada, se pega en la parte del corte y, por consiguiente en el mismo existe una excesiva cantidad de hormonas produciéndose una super concentración que tiene un efecto contrario para el enraizamiento, llegando incluso a ocurrir que la estaca muera. (Hartmann, 1971). En especies leñosas (difícil de enraizar) deben prepararse con soluciones más concentradas, en

tanto que en especies tiernas, suculentas de fácil enraizado se usan las soluciones de menor concentración.

Los factores que no afectan en mayor o menor cantidad del polvo que se adhiera son la humedad de la estaca (base de ella) y la textura de ella, lisa o vellosa (Hartmann, 1971).

En trasplantes

En las principales zonas frutícolas de la Columbia Británica, Looney y McIntosh en 1968, citados por Weaver (1976), trataron con AIB, huertos de perales, antes de plantar, las raíces de perales "Bartlett" de un año que habían sido injertadas a raíces de plántulas "Bartlett" y encontraron que el tratamiento estimula el nuevo tratamiento. Los métodos eficaces fueron los siguientes:

a) El espolvoreo del extremo cortado de las raíces con un polvo comercial de enraizamiento que contiene 0.8% de AIB.

b) La inserción en las raíces, de limpiadientes impregnados con 1mg. de AIB (Weaver, 1976).

Respuesta de la estaca ante los reguladores de crecimiento

Plantas herbáceas

La mayoría de plantas herbáceas, incluyendo crisantemos, geranios, begonias y nochebuenas, violetas africanas y hiedra inglesa, responden bien al tratamiento. En ocasiones se producen efectos **tóxicos iniciales** como son la inclinación de los tallos y los daños causados a las raíces, sin embargo, la recuperación es rápida y se pierden muy pocas estacas.

Arboles de hoja caduca, plantas leñosas y arbustos.

Al tratar las estacas de madera suave, se han obtenido resultados más favorables durante el período de crecimiento activo que durante la temporada de létargo. La aplicación de reguladores de crecimiento a plantas de hoja caduca, como el cirue-

lo, cerezo, manzano, morera, peral, abedul, haya, albaricoque-ro, vid, nogal, pecanero, algarrobo y avellano, pueden accele--rar el enraizamiento a razón de 2 a 3 semanas más rápido.

Arbustos y árboles coníferos.

Debe tenerse especial cuidado de tomar estacas de esas -plantas en el momento apropiado del año, utilizando la concen--tración adecuada de hormonas. El pino, tejom, abeto, árbol de la vida, abeto del Canadá y enebro, son algunas de las plantas que responden muy favorablemente a los reguladores de creci--miento, en condiciones apropiadas.

Plantas perennes de hoja ancha

Muchas plantas de este grupo responden bien al tratamien--to de reguladores de crecimiento. Las estacas de acebo, rhodo--dendro, gardenia, adelfa, camelia y otras plantas ornamentales surten buenos resultados. Además las estacas de naranjo, to--ronja, limón, magnolia y olivo, enraizan bien al tratarlas con reguladores del crecimiento.

Plantas tropicales

Cacao. En algunos países usan mezcla de AIB y ANA, en la propagación de este cultivo. Esta práctica se ha convertido -en método standar de la propagación del cacao a partir de esta--cas. (Weaver, 1976).

Tratamiento Auxínico en especies difíciles de enraizar

Estacas de hoja

Para la iniciación de nuevas plantas se utiliza ya sea el limbo de la hoja solo o el peciolo. Por lo como en la base de la estaca se forman raíces y brotes adventicios sin que la hoja original llegue a convertirse en parte de la nueva planta. Aún usando el tratamiento de auxina generalmente inhibe la forma--ción de yemas, los reguladores del crecimiento resultan ser úti

les inductores de la iniciación de raíces a partir de estacas de hoja, de plantas como la begonia y la violeta africana.

Cuando se cortan las yemas grandes de algunas plantas, como la begonia, surgen nuevas plantas en el lugar donde se cortaron las venas. Sin duda, las hormonas endogénicas atrapadas en el lado apical de las venas cortadas, estimulan la iniciación de raíces.

Estacas con hoja y yema

Tales constan de un limbo de hojas, un peciolo y un pedazo corto del tallo, con la yema axilar adherida; tienen un valor particular en las plantas capaces de iniciar el enraizamiento, aunque no a los brotes a partir de hojas separadas, y resultan también valiosas cuando se desea lograr una propagación rápida, ya que cada uno de los nudos puede servir de estaca. Aplicando auxinas a la porción de los tallos, se ha provocado el enraizamiento de multitud de especies.

Estacas de raíz

Este tipo de estacas se ha utilizado satisfactoriamente para producir nuevas plantas. Epoca de tomar estas estacas es, antes de iniciarse el nuevo conocimiento y cuando hay suficientes nutrientes almacenados en las raíces. Las auxinas mejoran el enraizamiento satisfactoriamente en especies como el amargón ruso (Taraxacum Koksaghys). Las auxinas han obstaculizado por lo general la propagación de estacas de raíz, ya que en las raíces no hay yemas y las auxinas exógenas no favorecen la formación de éstas. (Weaver, 1976).

Acción de las hormonas de enraizamiento

El efecto buscado es la obtención de raíces en los esquejes. Pero las sustancias químicas utilizadas pueden por difusión actuar sobre otras partes de la planta, en particular al -

nivel de las yemas.

Por otra parte, la propia acción de las hormonas de enraizamiento sobre la rizogénesis está condicionada por diferentes factores externos o internos, siendo estos últimos poco conocidos.

Teóricamente la auxina actúa al nivel de los tejidos profundos, el periciclo y provoca ya sea una aceleración de la iniciación de los meristemos radiculares a este nivel, ya sea la iniciación de estos meristemos, que sin la aplicación de hormonas exógenas no aparecerían jamás.

No obstante, interesa que el tiempo de aplicación de las hormonas de transplante sea relativamente corto, ya que una aplicación prolongada inhibiría el crecimiento de las raíces, dificultando el desarrollo de los meristemos radiculares formados.

Prácticamente, las respuestas a las hormonas de enraizamiento varían mucho de una planta a otra.

Hay que distinguir:

- a) Las plantas que enraizan naturalmente, y que enraizan aún mejor y más rápidamente en presencia de hormonas (clavel, crisantemos, sauce).
- b) Las plantas que no enraizan o que de por sí enraizan mal y que no responden bien a las hormonas; es el caso más general, en el que se recurre a las hormonas de enraizamiento.
- c) En los casos difíciles que responden mal o no responden a las aplicaciones de las hormonas exógenas; en estos casos se encuentran resultados contradictorios, estas contradicciones se pueden explicar en parte por las fluctuaciones estacionales.

Se sabe, por ejemplo, que el sauce enraiza bien en gene--

ral en abril, agosto y diciembre, pero menos fácilmente en mayo, octubre y noviembre. Según Gunpelmeyer, la acción de la auxina sobre esta planta sigue exactamente esas fluctuaciones estacionales. (Beauliev y otros, 1973).

Posible intervención de otras sustancias hormonales en el enraizamiento.

En estos últimos años numerosas investigaciones han tratado de la acción de las citoquininas y de las giberelinas, y de sus relaciones con las auxinas en el desarrollo y crecimiento de las plantas. En los cultivos de tejidos vegetales parece bien demostrado que para que haya rizogénesis hace falta una aportación endógena o exógena de citoquininas a una concentración muy baja.

La acción de las giberelinas es muy confusa. En la mayor parte de los casos, la giberelina inhibe la iniciación de los meristemas tanto de las yemas como de las raíces.

También hay que citar las experiencias de Gautheret estudiando la rizogénesis en los cultivos de tejidos de tubérculos de tupinambo y mostrando que en la oscuridad, en presencia de muy bajas concentraciones de giberelina (de 10^{-7} a 10^{-12}) y de auxina, se puede obtener quince veces más raíces que en presencia de auxina sola.

En fin, al principio de esta relación fue evocada la posible acción de polifenoles a nivel de la oxidación de la auxina. Esta acción puede ser sinérgica o inhibidora, según los polifenoles considerados. (Beauliev, 1973).

USOS AGRICOLAS DE FITORREGULADORES Y CUIDADOS GENERALES

Los fitorreguladores se aplican para restablecer el equi-

librio hormonal y por tanto el desarrollo normal de la planta, o bien para modificar algún aspecto del desarrollo, activándolo o retardándolo.

En los últimos años se han desarrollado productos que no pertenecen a los grupos de hormonas, pero que si actúan activando o modificando el desarrollo vegetal. Existen pues fitorreguladores hormonales y fitorreguladores no hormonales.

Cuidados generales.- Al usar los fitorreguladores, siempre deben tenerse presente los siguientes puntos generales, - (Rojas, G., 1976):

a) Los fitorreguladores actúan sobre diversos aspectos - del desarrollo y no solamente sobre el que se desea regular. Deben pues esperarse otros efectos además del previsto, algunos quizá indeseables. .

b) Cada especie tiene su contenido hormonal específico. - No se puede asegurar que los efectos obtenidos en un cultivo - se tengan en otros. Cuanto más parecidas sean las especies - (cebolla y ajo; tomate y chile, etc.), más parecido será la - respuesta pero a veces difiere aún entre variedades de una especie.

c) Los factores del medio (principalmente temperatura), y los propios de las plantas (principalmente edad), pueden hacer variar los efectos de los fitorreguladores, sobre todo de los de tipo auxínico.

d) Se debe asegurar que los efectos deseados serán realmente ventajosos.

e) Todo fitorregulador lleva información básica en la etiqueta y el vendedor está obligado a dar información veraz. Pero, debe recordarse que estos productos son a veces caros y que, en el caso de árboles frutales, pueden causarse daños que llevaría cuatro años o más en reparar. Es mejor siempre efectuar una prueba en un número limitado de plantas y luego, si - se vé el beneficio, aplicar a todo el huerto de campo.

f) Una regla general sobre los fitorreguladores es que no pueden darse reglas generales para todos los cultivos y climas. Podría pues parecer que el uso de fitorreguladores es un extremo inseguro o difícil. Sin embargo, en la agricultura tecnificada, sobre todo en hortalizas y frutales, el uso de auxinas y giberelinas es ya rutinario pues si bien establecer el uso óptimo es quizá difícil, existen muchas circunstancias en las que el uso de estos productos dá una positiva ventaja.

En general las soluciones de fitorreguladores se usan muy diluídas y se dan en partes por millón (ppm). Los fenómenos de polinización, prendimiento de flor y fruto y desarrollo del fruto, son partes de un gran proceso biológico. La reproducción y muchos de los fitorreguladores que actúan sobre uno de ellos pueden modificar los demás. (Rojas, G., et al., 1976).

TRABAJOS REALIZADOS

Pérez, E. (1984), en un estudio de aplicación de ácido giberélico (AG_3) y remojo en agua de semilla de persimonia (Diospyros virginiana L.) reportó que los más altos porcentajes se obtuvieron al remojar las semillas en agua (de 13-18%), mientras para las dosis de ácido giberélico de 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm el más alto porcentaje fue de 9.5% cuando se usaron 400 ppm.

Pudo observarse, que con las aplicaciones de ácido giberélico en sus diferentes dosis, los efectos en semillas en porcentaje fueron relativamente altos del 48 al 81% mientras que para semillas remojadas fueron del 27.5 y 33% de semillas dañadas.

Lomeli, M. (1984), reportó, que si se desea aplicar algunas sustancias promotoras del enraizamiento en estacas de laurel de la India (Ficus religiosa), se recomienda la aplicación de AIB (2,000 ppm) más lesión en la estaca, obteniéndose un porcentaje de raíces aceptable a comparación de otras sustancias como el Rootone y Fito-Cime.

Valdez, M. (1984), cita a Hartman, en un estudio de propagación de estacas de madera dura, y madera suave en el olivo, en California, con el objetivo de observar el efecto del ácido indolacético y del ácido indolbutírico con el enraizamiento de ambas estacas.

Cuando se trabajó en estacas de madera dura, de 3 a 4 años y de 3 a 7cm. de diámetro, éstas se mantuvieron en una solución de 13 ppm, por espacio de 24 horas. Cuando se trabajó con estacas de madera suave, del crecimiento del mismo año con hojas, la inmersión de las estacas se hizo durante un segundo

en la solución a una concentración de 4,000 ppm.

En ambos tratamientos las estacas se pusieron por espacio de un mes en un medio adecuado para que formaran callo. Después fueron colocadas en el medio enraizante definitivo.

Los resultados de esta prueba fueron los siguientes: las estacas de madera dura fueron las que enraizan con mayor facilidad, ya que las estacas de madera suave ofrecieron mayor resistencia al enraice, teniendo mayor desarrollo radicular las estacas que estuvieron por mayor tiempo en contacto con la solución hormonal diluída.

San Martín, A. y Morín, C. (1967), citados por Valdez, hicieron un estudio en la República Dominicana en la propagación del aguacate por medio de esqueje. Consistió en aplicar fitohormonas o estacas de aguacate para favorecer su enraice, se utilizaron los productos comerciales Yormodin y Rootone # 10 en pasta y Rootone en polvo.

Se usaron dos tipos de estacas; de yema terminal y la parte del tallo anterior a ésta. Las estacas fueron tomadas de plantas de 7 a 8 meses de edad, usándose como medios enraizantes grava y arena, en forma separada.

Los mejores resultados se obtuvieron con las estacas brotadas con Rootone en forma de pasta. Las estacas juveniles que conservan las hojas fueron las que mostraron mejor estímulo al enraice comparadas con las estacas de madurez avanzada.

Durand, G., Rojas, M. y Hernández R. (1965), citados por Valdez, en un estímulo de enraizamiento de estacas de vid de la variedad Rosa del Perú, después de haber pasado el létargo invernal, con ácido neftalenacético (ANA) y ácido indolacético (AIA) a concentraciones diluídas, por espacio de 18 horas. -

Los mejores resultados se obtuvieron con el ácido indolacético a 50 ppm, que fue superior al testigo sin tratar y al ácido neftalnacético.

Valdez, R. A. (1969), con un estudio de efectividad de dos fitohormonas para fomentar el enraice en estacas de aguacate (Persea americana Mill). Los niveles o concentraciones utilizadas para cada una de las fitohormonas fue de 50, 100 y 150 ppm.

La aplicación fue en la parte basal de la estaca con inmersión prolongada (36 horas). Se hicieron muestras a los 60, 75, 90, 105, 120, 135 y 150 días de efectuada la plantación, para ver que cambios iba teniendo la base de la estaca. Se contaba como positiva aquella que había formado primordios de raíz al momento de hacer los muestreos, para reunir datos necesarios para los análisis estadísticos.

Los primeros días no se observó cambio notable en las estacas. Sin embargo, a las dos semanas de efectuada la plantación se inició un amarillamiento en las hojas de las estacas, en los tratamientos en que se usaron las concentraciones más elevadas de ambos ácidos AIA y ANA a 150 ppm.

Los resultados no fueron del todo satisfactorios, si se toma en cuenta que sólo se logró que algunas estacas forman primordios radiculares y no raíces verdaderas como era el objetivo. Sin embargo, si hubo diferencias o menos notable entre los distintos tratamientos respecto a la formación de dichos primordios radiculares, éstos fueron bastante notorio en las estacas tratadas con AIA con 150 ppm; en menor número y menos desarrollada en el testigo, y casi nulas en los demás tratamientos.

Carrillo, A. J. (1985), en un estudio del AIB, Rootone y lesionado en estacas de trueno "Puerto Rico" (Ligustrum texa-

num T. var, Silver star). .Recomienda que si se quiere aplicar alguna sustancia promotora del enraizamiento en trueno "Puerto Rico" se recomienda el uso de Rootone.

Suárez, S. J. (198), en un estudio de hormonas de enraizamiento en trueno (Ligustrum texanum), con AIB, Rootone y lesionado en la estaca. Encontró que el mejor era el uso del Rootone y sin lesionar la estaca, y para el AIB su uso debe ser en diferentes concentraciones pero no mayores a 500 ppm, dejando las estacas en tiempos de intervalo corto (5-10 segundos).

BIBLIOGRAFIA

- Beauliev, R., et al. 1973. Reguladores de crecimiento. 1a. Edición. Ediciones Oikos-tau, S. A. villosar del Mar, - Barcelona, Esp.
- Bonner, J. y Galston, W. A. 1970. Principios de Fisiología Vegetal. 5a. Edición. Ediciones Aguilar, S. A. Madrid, Esp.
- Carrillo, A. I. D. 1985. Efecto del Acido indolbutírico, Rootone y lesionado en estacas de trueno "Puerto Rico" - (Ligustrum texanum T. var. Silver star). Tesis. Ing. Agrónomo. Fac. de Agronomía UANL.
- Córdova, C. V. 1976. Fisiología Vegetal. 1a. Edición. Ediciones H. Blume. Madrid, Esp.
- Devlin, R. M. 1980. Fisiología Vegetal. 3a. Edición. Edición Omega. Barcelona, Esp.
- Garza, L. S. B. 1984. Aspectos y características generales de los reguladores en plantas. Tesis profesional. Ing. Agrónomo. Fac. de Agronomía UANL.
- Hartmann, T. H. y Kester, E. D. 1971. Propagación de plantas. 1a. Edición. Editorial Continental, S. A. de C. V. - México, D. F.
- Hill, T. A. 1977 Cuadernos de Biología. Edición Omega. Barcelona, Esp.
- Sivori, E. M. et al. 1980. Fisiología Vegetal. Edición Hemisferio Sur. Buenos Aires, Arg.
- Suárez, S. J. L. 1985. Efecto del Acido indolbutírico, Rootone

y lesionado en estacas de trueno texano (Ligustrum texanum T.). Tesis profesional. Ing. Agrónomo. Fac. de Agronomía UANL.

- Primo, Y. E., 1980. Química Agrícola. Productos para el campo y propiedades de los alimentos. Tomo 11/2. Plagicidad y fitorreguladores. Vol. 2. 2a. Edición. Ediciones Alhambra, Madrid, Esp.
- Valdez, R. A., 1980. Efectividad de dos fitorreguladores para fomentar el enraice en aguacate (Persea americana Mill). Tesis profesional. Ing. Agrónomo. Fac. de Agronomía - UANL.
- Wain, R. L. 1980. Los reguladores de las plantas y los insectos. Academic Press England.
- Weaver, R. J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Edición Trillas, México.

005933

