

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA.



**"EVALUACION DE DOS FITORREGULADORES  
EN EL CULTIVO DEL FRIJOL  
(Phaseolus vulgaris sp.)"**

## **TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A  
JUAN ALBA QUEVEDO

Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jal. 1987



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Octubre 27, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

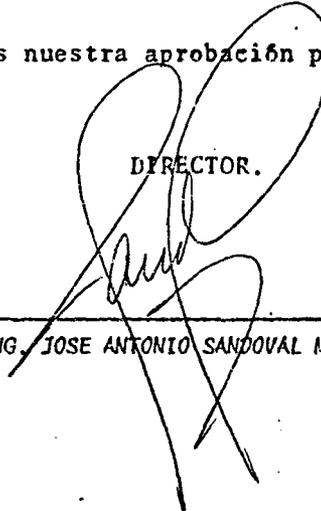
JUAN ALBA QUEVEDO

titulada,

"EVALUACION DE DOS FITORREGULADORES EN EL CULTIVO DEL FRIJOL  
(Phaseolus vulgaris sp.).

Damos nuestra aprobacion para la impresion de la  
misma.

DIRECTOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

ASESOR.

ASESOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

hlg.

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

C. ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Director de esta tesis, por su paciencia en la presentación de este trabajo, la cual fué requerida debido al tiempo y azeres inoportunos que se presentaron durante el desarrollo del mismo. Su apoyo moral fué decisivo, sin él no hubiese posible presentarlo. Sus consejos técnicos oportunos y bien intencionados fueron de gran importancia.

C. ING. M. C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

Por sus consejos técnicos bien fundados en la presentación del trabajo. Su paciencia y capacidad también fueron de singular importancia.

C. ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA.

Su apoyo moral y sugerencias técnicas fueron fundamentales para revivir en mí la confianza personal y poder presentar esta tesis.

Quiero agradecer de manera especial a cada uno de los maestros == que me impartieron clase. De cada uno de ellos tuve algo que aprehender y debo mi formación académica. Me he sentido comprometido con == ellos al manifestar y aplicar personalmente un poco de sus conocimientos, en mi convivencia cotidiana con quienes trabajan la tierra y era oportuno y necesario hacerlo. La satisfacción personal que éllo produjo no puede medirse.

## DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a todos mis familiares, a ellos se debe mi formación como persona y como profesionalista. Me considero privilegiado el haber pertenecido a su familia.== Todo tipo de pruebas y presiones morales extraordinarias, que implicó la dirección política de una comunidad humana por tanto tiempo y sin consideraciones, nunca tuvo un incentivo o reconocimiento. Deseo que este trabajo signifique un premio para mis padres, hermanos y hermanas.

La dedico también a mis amigos y a quienes de una == forma desinteresada me brindaron su apoyo en los momentos mas difíciles de crisis y cavilaciones propias de la condición humana. Sobre todo a quienes me ayudaron en aquellos días en los que mi vida se vió en peligro de llegar a su == fin.

A todos ellos debo el haber llegado a esta meta.

# CONTENIDO.



Pag.

- A.- LISTA DE FIGURAS.
- B.- LISTA DE GRAFICAS.
- C.- LISTA DE CUADROS.

ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

I.- INTRODUCCION. . . . .	1
II.- OBJETIVOS. . . . .	4
III.- REVISION DE LITERATURA. . . . .	6
3.1.- El Acido Giberélico ( $AG_3$ ). . . . .	6
3.1.1.- Breve bosquejo histórico. . . . .	6
3.1.2.- Concepto de Fitorregulador y Hormona vegetal. . . . .	7
3.1.3.- Química de las Giberelinas. . . . .	7
3.1.4.- Diferencia entre las Giberelinas. . . . .	8
3.1.5.- Características y propiedades del ácido giberélico. . . . .	8
3.1.6.- Síntesis y distribución natural. . . . .	10
3.1.7.- Sustancias antagonistas del $AG_3$ . . . . .	13
3.1.8.- Efectos comunes de auxínes y giberelinas. . . . .	13
3.1.9.- Efectos específicos del $AG_3$ . . . . .	14
3.1.10.- Interacción hormonal. . . . .	14
3.1.11.- Efecto del $AG_3$ en la inducción de síntesis enzimática. . . . .	15
3.1.12.- Mecanismos de acción. . . . .	16
3.1.13.- Breve esquema de la síntesis de una enzima. . . . .	17

3.1.14.-Incorporación de los anteriores puntos y mecanismos en un sistema mas generalizado: el desarrollo. . . . .	21
3.1.15.-La floración en relación con la acción hormonal. . . . .	24
3.1.16.-Fisiología de la Fecundación y formación del fruto. . . . .	26
3.2.- <u>El Ergostim o Folcisteína (FOP)</u> . . . . .	29
3.2.1.- Generalidades sobre este fitorregulador. . . . .	29
3.2.2.- Consideraciones químicas. . . . .	29
3.2.3.- Precauciones en su utilización, ,, ,,,	30
3.2.4.- Función de los grupos tiólicos (-SH) en la fisiología y bioquímica vegetales. . . . .	31
3.2.5.- Grupos disulfúricos reducidos y acumulados en el organismo, como factores de activación de los procesos de biosíntesis. . . . .	34
3.2.6.- Diferencia con respecto a la Cisteína de la Folcisteína que posee el Ergostim, en su actividad bioquímica. . . . .	34
3.2.7.- Investigaciones Bioquímicas con relación al efecto del Ergostim sobre algunas enzimas activas. . . . .	35
3.2.8.- Importancia ejercida sobre algunas hormonas. Efectos que se desencadenan. . . . .	38
3.2.9.- Fisiología del frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ). . . . .	42
IV. HIPOTESIS. . . . .	44

	Pag.
V.- SUPUESTOS. . . . .	45
VI.- MATERIALES. . . . .	46
6.1.- Localización. . . . .	46
6.2.- Consideraciones agronómicas. . . . .	46
6.3.- Características del sitio experimental. . . . .	47
VII.- DISEÑO Y EJECUCION DEL EXPERIMENTO. . . . .	50
VIII.-ANALISIS DEL RESULTADO. . . . .	58
I X.- CONCLUSIONES. . . . .	67
X . - RECOMENDACIONES. . . . .	69
X I.- RESUMEN. . . . .	70
XII.- BIBLIOGRAFIA. . . . .	72

## A.- LISTA DE FIGURAS.

	Pag.
-FIGURA 1.- Fórmula desarrollada de los compuestos químicos llamados giberelinas . . . . .	7
FIGURA 2.- Fórmula química desarrollada del ácido giberélico ..	9
FIGURA 3.- El precursor probable del $AG_3$ y el camino de su síntesis. . . . .	12
FIGURA 4.- 1.- Activación de un ácido aminado por el ATP y 2.- Fijación en la extremidad de un ARNt específico.	18
FIGURA 5.- Mecanismo que muestra la formación de una cadena polipeptídica. . . . .	20
FIGURA 6.- Esquema generalizado de la Regulación del sistema hormonal en el desarrollo vegetal. . . . .	23
FIGURA 7.- Fórmulas químicas desarrolladas de la Folcistefina y la Cistefina. . . . .	30
FIGURA 8.- Transferencia de grupos disulfúricos inactivos -S-S- en grupos activos -SH. . . . .	33

B.- LISTA DE GRAFICAS.

Pag.

GRAFICA 1.- Relación entre las cantidades de substancias difusibles similares al $AG_3$ obtenidas de las hojas y entrenudos de las plantas de girasol. . . . .	10
GRAFICA 2.- Efecto de la Folcistefina sobre algunas enzimas activas. . . . .	37
GRAFICA 3.- Efecto del Ergostim sobre el IAA, IPA y Try en el coleóptilo del trigo. . . . .	38
GRAFICA 4.- Efecto del Ergostim sobre el contenido de vitaminas.	39
GRAFICA 5.- Efecto del Ergostim sobre la relación glutatión reducido/oxidado ( G-SH/G-S-S-H). . . . .	41

C.- LISTA DE CUADROS.

	Pag.
CUADRO 1.- Características Físicas y Químicas del AG <sub>3</sub> . . . . .	9
CUADRO 2.- Resultado del Analisis General del suelo del sitio experimental. . . . .	48
CUADRO 3.- Lista de Tratamientos sometidos a observación en el experimento. . . . .	50
CUADRO 4.- Contenido de nutrientes del Fertilizante Foliar. . . . .	52
CUADRO 5.- Distribución aleatoria de Unidades Experimentales. ..	53
CUADRO 6.- Cronología de Laboreo y observaciones realizadas en el experimento. . . . .	54
CUADRO 7.- Rendimiento obtenido en Ton/Ha para cada parcela de grano de frijol. . . . .	58
CUADRO 8.- Analisis de Varianza para el rendimiento de grano de frijol en Ton/Ha. . . . .	59
CUADRO 9.- Contraste entre medias obtenidas en el experimento. .	60
CUADRO 10.- Costo del cultivo/Ha (precios vigentes en marzo de '86) sin incluir el fitorregulador. . . . .	62

CUADRO 11.- Presentación global de costos y utilidades de los  
diferentes tratamientos utilizados en el experimento. . 64

## I.- INTRODUCCION.

Son dos los fitoreguladores para aplicación al frijol (*Phaseolus vulgaris*) que se utilizarán en el presente trabajo. Uno es el == Acido Giberélico ( $AG_3$ ) que es una hormona natural vegetal; el otro es un fitoregulador sintético que actúa como bioestimulante y es la FOL CISTEINA (FOP). Comercialmente el  $AG_3$  se encontró con el nombre de Activol, presentado en forma de polvo soluble y la folcisteína con el nombre de Ergostim que es una solución y que además contiene otros == ingredientes para aumentar su efectividad. Ambos fitoreguladores == son capaces de alterar algunos de los procesos principales de síntesis del metabolismo vegetal, dando como resultado, un aumento en la calidad y cantidad de la fructificación, en este caso el grano de la legumbre que es lo que nos interesa incrementar.

Con el propósito de probar hipótesis, apoyadas en la revisión de literatura y tomando en cuenta las condiciones edafoclimáticas de la región, se planeó y ejecutó un experimento crítico de agrupación simple en el municipio de Cuquío, Jalisco, utilizando el cultivo del frijol, que es un alimento básico de los mexicanos y así poder comprobar su eficacia a nivel regional como para cuantificarla y poder determinar su costeabilidad.

Se señala como objetivo principal, el tratar de incrementar la producción por unidad de superficie, con el consiguiente aumento en el ingreso económico neto de los agricultores. Se mencionan también otros objetivos que podrían considerarse secundarios, que no se cuan-

tificarán ni profundizará en su estudio pero que no dejen de ser importantes, y podrían verse intervenidos con la presentación del presente trabajo. Lo anterior compagina con el esfuerzo de tratar de mejorar el múltiple e interconectado conjunto de personas, sus conocimientos tradicionales y sistemas de cultivo que podrían llamarse Agricultura Tradicional, que es la que se practica en mayor o menor grado de desarrollo en la superficie cultivable de la región.

Se desarrolle la Revisión de Literatura por separado para cada substancia, tratando de ir de lo mas elemental hacia lo mas complicado e intrínseco, que son los fenómenos y mecanismos del metabolismo del vegetal presentes en su fisiología; sin profundizar demasiado en esto último, pero lo suficiente para poder explicarse el resultado == final que es el rendimiento a la cosecha y que nos interesa incrementar.

La conducción física del experimento se presente con algunas == observaciones que se registraron durante el desarrollo del mismo, en forma de tabla para no ocupar demasiado espacio.

Se mencionan algunas consideraciones agronómicas regionales para mejor poder apreciar la enmarcación e importancia que pudiese tener el trabajo.

Un analisis económico sencillo pero confiable como para poder observar con detalle los costos y utilidad que puede tener el cultivo en cuestión, así como la aplicación de las substancias de las que == trata el presente estudio.

Este trabajo es una respuesta individual a la gran problemática que sacude a nuestro México, es una contribución personal, aplicable a nivel regional, donde se palpa toda una serie de problemas de diversa índole referentes a la Agricultura. Fué realizado bajo circunstancias extremadamente difíciles, pero tratando siempre, de no perder de vista la utilidad que pudiese tener a quienes trabajan nuestros campos y a quienes tratan de hacer y dar algo de provecho para la nación Mexicana.

## II.- OBJETIVOS.

Los dos primeros objetivos que enseguida se ennumeran son considerados como principales, están estrechamente relacionados entre sí y son los que se cuantificarán en el presente trabajo. En la zona donde se realizó el estudio se captaron otros problemas de importancia secundaria, cuya solución daría lugar a otros objetivos también secundarios, solo se mencionan con la posibilidad de ser afectados lo cual sería lo recomendable.

- 2.1.- Incrementar el rendimiento a la cosecha de grano de frijol, que es un cultivo básico por unidad de superficie.
- 2.2.- Incrementar el ingreso neto económico a los agricultores que dediquen superficie de su terreno al cultivo en cuestión, con la aplicación de esta técnica.
- 2.3.- Con mejor costeabilidad, podría promoverse el cultivo de frijol como una alternativa en rotación de cultivos, necesaria y urgente en estos suelos mal manejados.
- 2.4.- Tener bases mas firmes para posible recomendación en la aplicación de estas sustancias fitorreguladoras.
- 2.5.- Fomentar y prestar mayor atención a la Investigación Agrícola, tanto de estas sustancias en diferentes cultivos y condiciones como de otras prácticas culturales que tiendan a desarrollar la

Agricultura tradicional.

2.6.- Motivar a los productores regionales con la presentación del presente trabajo. Esto puede ser posible porque al realizarse en su presencia y resultar satisfactorio produciría un efecto alentador sobre ellos. En esto se manifestaría la presencia de la Universidad entre ellos.

## III.- REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1.- EL ACIDO GIBERELICO (AG<sub>3</sub>).

## 3.1.1.- BREVE BOSQUEJO HISTORICO.

Kurosawa, fitopatólogo japonés, estudiando una enfermedad del arroz llamada "Bakanase" o "Plántula loca", fué quien descubrió esta substancia. La enfermedad había sido observada hacia 150 años y es causada por un hongo ascomiceto llamado Gibberella fujikuroi en su forma sexual y Fusarium moniliforme en su etapa asexual. Kurosawa descubrió que el medio en que el hongo se había desarrollado, estimulaba el crecimiento de plantas de arroz y de maíz, aún cuando estas no estuvieran infectadas por el hongo (28).

Fuó en 1950 cuando científicos occidentales tuvieron conocimiento de los experimentos japoneses, inmediatamente se inició la investigación intensiva la cual había quedado estancada; ésta se realizó por el Biological Warfare Center en Fort Detrick, Maryland y en el Northern Regional Research Laboratory del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), al mismo tiempo que por la Imperial Chemical Industries de Inglaterra (1), (28).

Actualmente se dispone de giberelinas para fines comerciales y experimentales, debido a que muchas empresas farmacéuticas adaptaron equipos dedicados a cultivos de antibióticos con el fin de producir giberelinas. Estas empresas son : Laboratorios Abbot, Elanco Products

Co. (division de Eli y Lilly & Compañía), Merck y Compañía, ICI de Inglaterra y Nihon Nohyaku Co., Ltd. de Japón (27).

### 3.1.2.- CONCEPTO DE FITORREGULADOR Y HORMONA VEGETAL.

Fitorregulador es un compuesto orgánico diferente de los nutrientes que en pequeñas cantidades inhibe, promueve o modifica algún proceso fisiológico (22), (24), (28). Fitohormona es un regulador producido por la misma planta que en bajas concentraciones regula los procesos fisiológicos de élle, generalmente son producidas en un punto = diferente al que afectan (22), (24), (28).

### 3.1.3.- QUIMICA DE LAS GIBERELINAS.

Las giberelinas son compuestos isoprenoides que se supone fundamentalmente proceden del ácido mevalónico, éste a su vez, deriva de la = Acetil CoA que proviene del ácido pirúvico producido en la respiración (2), (24).

Todas las giberelinas son diterpenoides cíclicos con cinco anillos que derivan de la siguiente estructura básica.

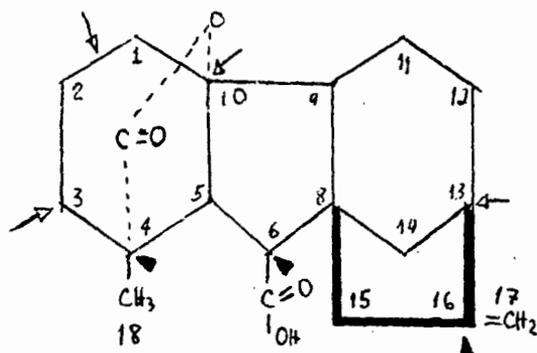


Figura No. 1.- Fórmula Química desarrollada de las giberelinas.

Todas las giberelinas contienen este esqueleto llamado enantiómero de giberelano (ent-giberelano). Las cuñas y líneas gruesas indican enlaces que se encuentran por encima del sistema anillado. Las líneas punteadas indican enlaces que se encuentran bajo ese plano. Tiene dos anillos hexagonales y dos pentagonales, un grupo carboxílico un grupo lactona que se cierra en el primer anillo y un grupo metileno con enlace doble; en los puntos que se señalan con flechas puede haber alteraciones, dando como resultado distintas giberelinas.

### 3.1.4.- DIFERENCIA ENTRE LAS GIBERELINAS.

Las principales diferencias entre las giberelinas conocidas son:

- a).- Algunas tienen 19 átomos de carbono y otras tienen 20.
- b).- Hay grupos de hidróxilos que pueden encontrarse presentes o ausentes en las posiciones 3 y 13 (del sistema de numeración ent-giberelano).

Todas las giberelinas de 19 átomos de carbono son ácidos monocarboxílicos, tienen el grupo COOH en la posición 7 y un anillo de lactona (28).

### 3.1.5.- CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL ACIDO GIBERELICO.

El compuesto mas abundante de las giberelinas y mas activo en los bioensayos es el ácido giberélico ( $AG_3$ ) del cual nos ocupamos en el presente trabajo y cuya estructura se manifiesta en la figura 2 siguiente.

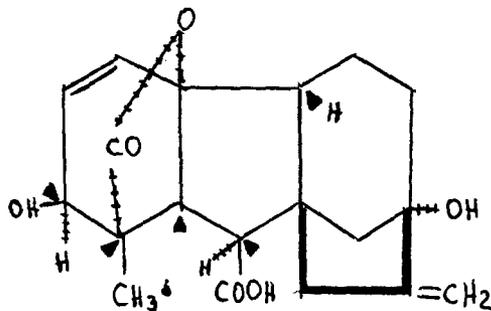


Figura No. 2.- Estructura química del  $AG_3$

Las características físicas y químicas del ácido giberélico se presentan a continuación en un cuadro.

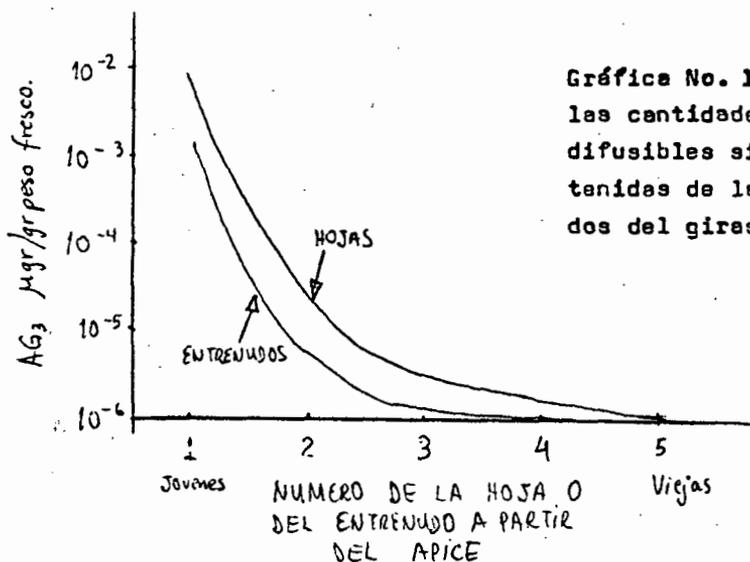
Cuadro No. 1.- Características físicas y Químicas principales del ácido giberélico.

- Es soluble en agua hasta 5 gr por litro.
- Muy soluble en etanol.
- Las soluciones de Na, K y  $NH_3$  son muy solubles en agua.
- La mayoría de las otras sales metálicas son moderadamente solubles en agua.
- El pH de las soluciones acuosas es 3-4.
- Estable cuando está seco.
- inestable en soluciones acuosas o hidroalcohólicas.
- Se hidroliza despacio por el agua.
- Se descompone rápidamente por el calor.
- La duración de la actividad de una solución acuosa de  $AG_3$  es del orden de 14 días a 20 grados centígrados y alrededor de 2 horas a 50 grados centígrados (1).

### 3.1.6.- SINTESIS Y DISTRIBUCION NATURAL.

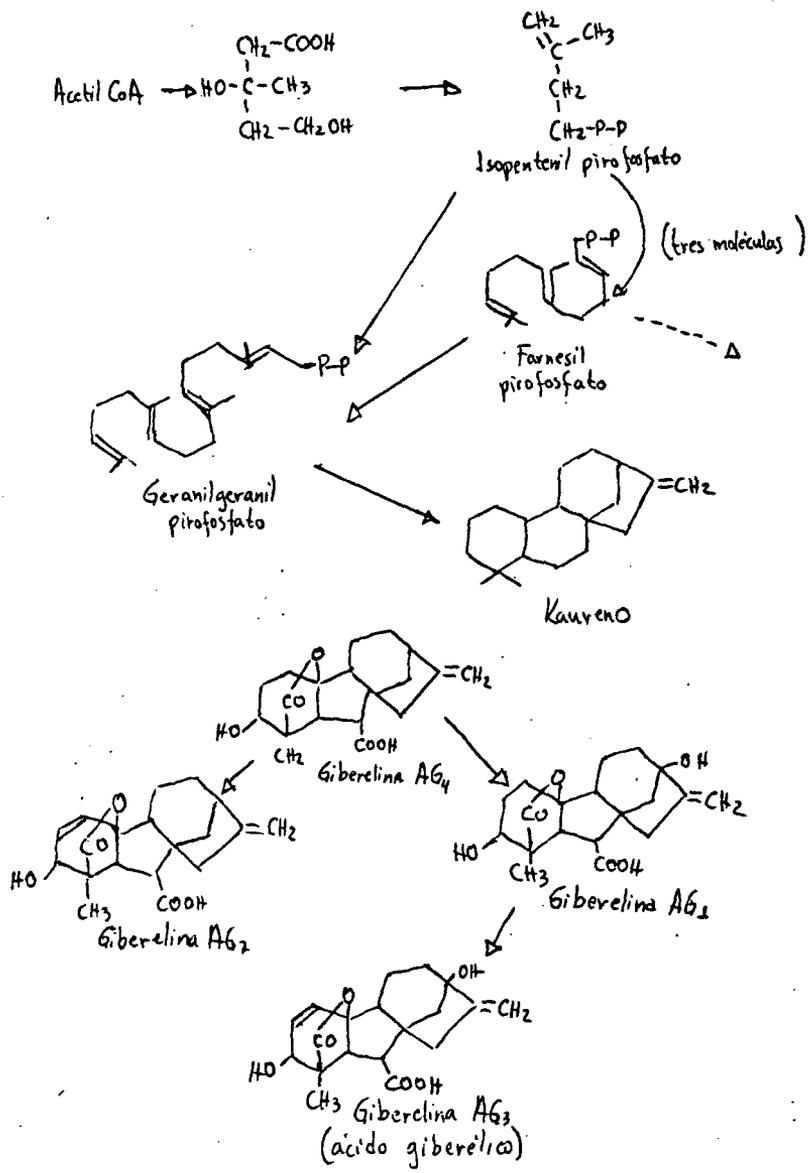
La distribución de las giberelinas en las plantas es bastante específica, aunque muchos tejidos vegetales contengan varias de ellas, éstos tienen diferente capacidad de reacción a las distintas giberelinas. Por ejemplo, un compuesto que cause un crecimiento acelerado en el maíz enano, puede ser inactivo en el crecimiento de los entrenudos del chicharo y viceversa.

Con respecto a su síntesis se ha sugerido, que en la amplia variedad de giberelinas, muchas de ellas son precursoras o intermedias en la síntesis de otras de forma más activa, según sean requeridas por el vegetal. Parece que las giberelinas se sintetizan en muchas partes de la planta, pero más específicamente en las áreas de crecimiento activo como los embriones o los meristemas en desarrollo. La relación que se observa entre las giberelinas y la edad del tejido se muestra en la gráfica No. 3.



Su movimiento en la planta es en forma basipétala, pero pueden transportarse hacia el ápice, este movimiento es aparentemente en forma pasiva con la corriente de transporte del xilema y el floema (24), (2). Una parte considerable de giberelinas en un momento dado puede encontrarse ligada, compartimentada o inactiva (2). La rápida producción de giberelinas que se observa en semillas germinando, es probablemente una liberación de esas formas inactivas y que fueron sintetizadas mucho antes, quizá en el periodo de frío que muchas veces necesitan las semillas para poder germinar, o un poco después. Su síntesis está controlada por retroacción, inhibiéndose por oxidación del Kaureno que es una substancia intermedia en su síntesis (2).

Gráfica No. 3.- Precursor probable del ácido giberélico y el camino de su síntesis.



### 3.1.7.- SUBSTANCIAS ANTAGONISTAS DEL AG<sub>3</sub>.

La acción de las giberelinas, incluido el AG<sub>3</sub>, es reprimida por un inhibidor natural, el ácido abscísico (ABA), no obstante su probable origen común. De ser así, es poco probable que estén presentes al mismo tiempo a concentraciones altas en un tejido vegetal, puesto que su interferencia podría tener gran significado en el desarrollo del vegetal (2), (24).

También se conocen varios compuestos sintéticos que inhiben su acción, entre los que se incluyen los inhibidores del crecimiento AMO-1616, cloruro de clorocolina o clormequet (CCC) y el FOSFON-D. Estos productos parecen actuar primariamente al inhibir la síntesis del AG<sub>3</sub>, así como en otras formas indirectas (1), (24).

### 3.1.8.- EFECTOS COMUNES DE AUXINAS Y GIBERELINAS.

Las giberelinas, lo mismo que las auxinas, promueven la extensión del tallo y el crecimiento del fruto, pueden además, estimular la fijación del fruto y su crecimiento (21).

### 3.1.9.- EFECTOS ESPECIFICOS DEL AG<sub>3</sub>.

El efecto visible mas característico que es el crecimiento de las hojas y tallos, observándose un mayor crecimiento de los entrenudos, se debe a la estimulación de la división y el alargamiento celular, predominando el aumento de la división con la aplicación del AG<sub>3</sub> (22).

Las giberelinas, incluido el AG<sub>3</sub>, sustituyen el efecto del frío y del día sobre la ruptura del letargo de los brotes y la diferenciación de brotes florales. También producen el efecto de interrumpir el letargo de semillas, tuberculos, yemas y la formación de alfa emilasa en las semillas (22). Otro efecto es la inducción del desarrollo de frutos sin semillas, partenocárpicos.

Las auxinas no inducen la división de los meristemas subapicales, ni todos los efectos mencionados anteriormente producidos por las giberelinas, ello hace suponer que tienen una acción propia directa (22).

### 3.1.10.- INTERACCION HORMONAL.

Las giberelinas, auxinas y citosininas son los grupos hormonales presentes en general en las plantas superiores en desarrollo normal.

Una hipótesis muy interesante, respecto a la interacción hormonal se ha presentado ya. Según ésta, las hormonas vegetales no tienen un

blanco bien definido y que su acción es múltiple, por lo que pueden ==  
sobreponerse como sinérgicas o antagonistas, de modo que en realidad  
un mismo proceso puede tener diversas hormonas como limitantes (24)†

A menudo, la giberelina y auxina actúan en forma sinérgica en ==  
acelerar el crecimiento de las plantas. Por lo general, la giberelina  
hace aumentar el nivel de auxina, quizá mediante un mecanismo "horre-  
dor" de auxinas, ya que según observaciones, la giberelina hace dismi-  
nuir el efecto negativo de ciertos sistemas que se supone destruyen==  
las auxinas en ciertas plantas, incrementando por consiguiente el ni-  
vel auxínico. Se ha encontrado también que los niveles de ambos ti-  
pos de hormonas influyen en el sistema vascular secundario, en su de-  
sarrollo (24).

### 3.1.11.- EFECTO DEL $AG_3$ EN LA INDUCCION DE SINTESIS ENZIMATICA.

Como se ha visto anteriormente, uno de los efectos mas notables  
del  $AG_3$  es la inducción de enzimas hidrolíticas en el endospermo de==  
semillas en germinación. El tratamiento con giberélico induce la sín-  
tesis de nuevas enzimas y también efecta a una considerable síntesis  
de RNAm (mensajero). De esta forma, el  $AG_3$  actúa en la desrepresión==  
de genes específicos que luego serán causa de la síntesis de nuevas==  
enzimas (2).

Se conocen otras enzimas que también son afectadas por el  $AG_3$  en  
situaciones diferentes, recientemente se ha demostrado que la forma -

ción del retículo endoplásmico en las células de aleurona de cebada se incrementa de cuatro veces a ocho. Se ha demostrado que el  $AG_3$  causa un incremento en la síntesis de invertasa (mas no en la peroxidase) de igual forma que lo hace el IAA. Estos resultados nos muestran gran variedad de las giberelinas en la inducción de síntesis enzimática y en otros procesos del desarrollo vegetal (9).

### 3.1.12.- MECANISMOS DE ACCION.

Las giberelinas están estrechamente relacionadas con otro grupo de sustancias químicas llamadas esteroides, muchos de los cuales presentan notables efectos hormonales. Se ha observado que las giberelinas poseen un efecto parecido a la ECDISONA en los insectos (Ecdisona es la hormona que hace mudar a los insectos). Los extractos de insecto, mas no los de la ecdisona tienen efectos débiles parecidos a los de la giberelina en plantas. Los esteroides presentan efectos muy específicos en el proceso de desrepresión de genes, activando de esta forma, la síntesis de hormonas específicas. La gran variedad y amplias formas químicas de los esteroides se relacionan probablemente con el número y especificidad de los sitios moleculares donde deben llevar a cabo su reacción.

Se menciona este ejemplo de animales porque parece probable que las giberelinas actúan de manera muy parecida en las plantas. Si este razonamiento es válido, el gran número, compleja distribución y especificidad de acción puede ser un reflejo del número y cantidad de

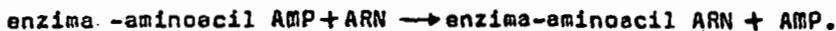
reacciones que controlan. De esta manera, podría inducirse que las muchas giberelinas no son meros intermediarios en los mecanismos de síntesis de unas pocas hormonas, sino que son hormonas que actúan == por sí mismas o son potencialmente activas. El anterior concepto es hipotético, no se conoce su modo de acción exacto. Se sabe que actúan en la desrepresión génica y estimulando la síntesis de RNA. Es probable que estén ligadas a los sitios de reacción por fuerzas débiles (1), (2).

### 3.1.13.- BREVE ESQUEMA DE LA SÍNTESIS DE UNA ENZIMA.

En presencia de ATP, los aminoácidos libres se activan por == una enzima especial: la aminoacilsintetasa.



En seguida, cada aminoácido así activado, se fija sobre un ARN específico de peso molecular bajo: el ARNt (de transferencia). Existen tantos ARNt como aminoácidos. Las peculiaridades en su estructura molecular permiten a estos ARNt reconocer a su aminoácido. De esta forma tenemos:



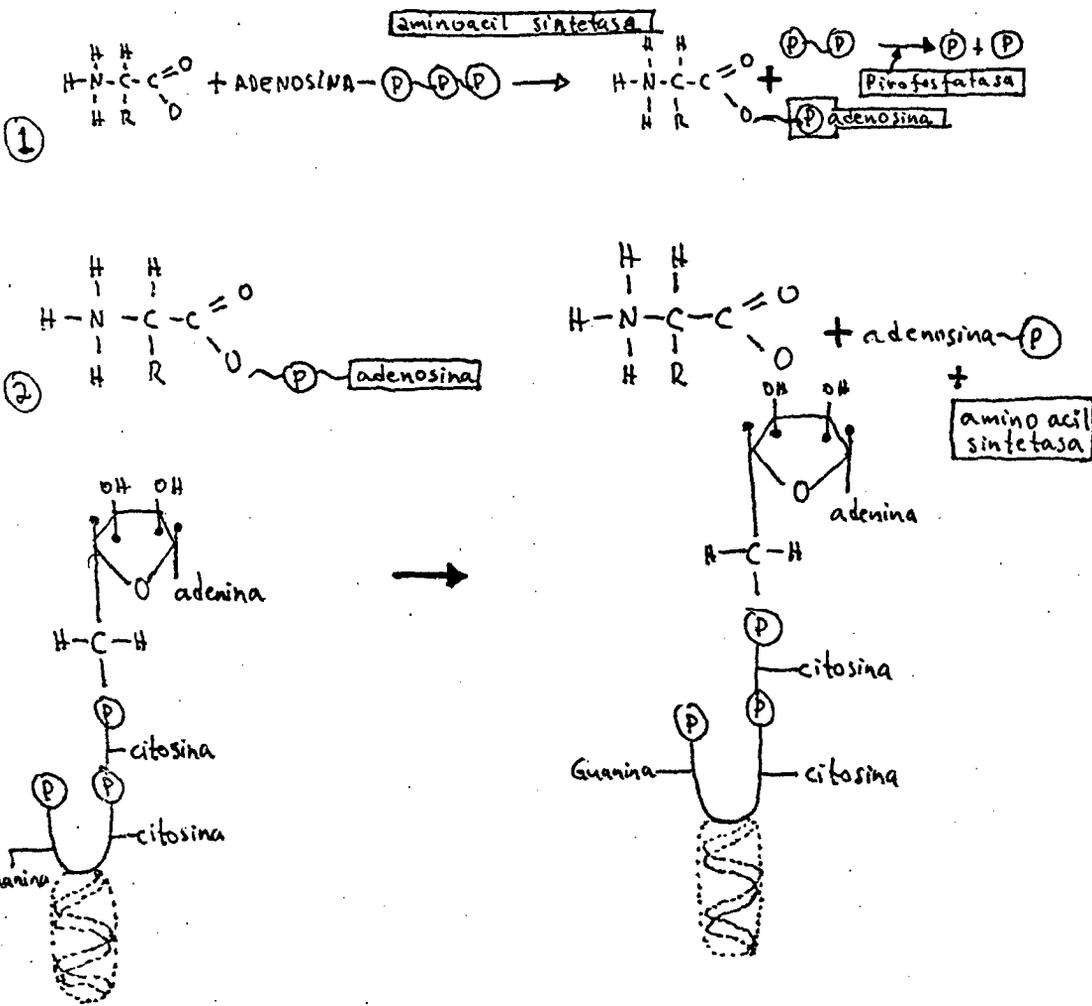


Figura No. 4.- Activación de un ácido aminado por el ATP (1) y fijación en la extremidad de un ARNT específico (2).

Estos ARNt tienen por función transportar cada aminoácido al lugar de síntesis de la proteína, éste no es otro que una molécula de ARN mas grande, que tiene en forma de código, constituida por la secuencia de cuatro nucleótidos que la constituyen, la información necesaria para la síntesis de la molécula de la enzima. A este ARN se le llama mensajero. Este ARNm se fija en la superficie de un grupo de ribosomas, donde se descifra el código que forman el lenguaje proteínico de los 20 aminoácidos naturales que las constituyen, del lenguaje de cuatro elementos constituido por la secuencia de los nucleótidos.

Una secuencia de tres nucleótidos en la cadena del mensajero o codonaterio, corresponde a un aminoácido; por ejemplo: AAG=alanina, CUU=cisteína, AAA= lisina.

Aunque si en la cadena del mensajero tenemos la secuencia AGG, GUU, AAA; la parte de la molécula del ARNt complementario de la del mensajero o anticodonaterio, forma tres enlaces hidrogenados con las tres bases del mensajero; el ARNt alanina se fija al primero; después el ARNt cisteína hace lo mismo, estos aminoácidos se unen con enlace peptídico, luego, finalmente, el ARNt lisina desplaza el ARNt cisteína y poco a poco asistimos al nacimiento de la cadena bien ordenada de aminoácidos que constituyen la enzima (9).

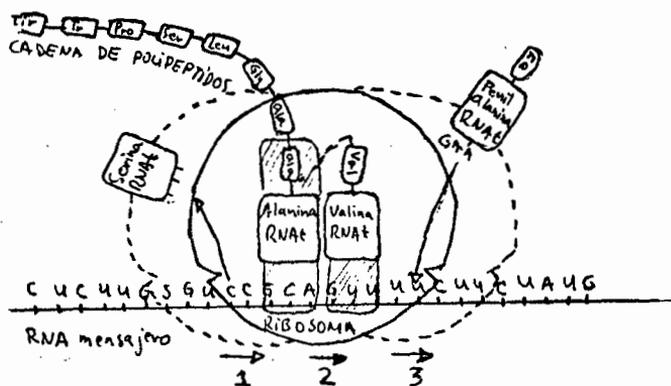


Figura No. 5.- Mecanismo que muestra la formación de una cadena polipeptídica.

El RNAm transporta sobre el ribosoma la información para la síntesis de una molécula proteíca. Este código se forma con el acomodo de las bases sobre la cadena de ARN. U-uracilo, A-adenina, G-guanina. Cada aminoácido se acomoda con una secuencia de tres bases. == Cada aminoácido se transporta en el ribosoma por una molécula de ARNt específico. Este ARNt lleva un anticodón que le permite fijarse temporalmente en el codón mensajero. En esta figura 5 se ve un ribosoma que se desplaza a través de la cadena del mensajero para dejar lugar al siguiente. Cada ARNt se elimina cuando el aminoácido se fija a la cadena de polipéptidos (2), (9).

El código para la síntesis llevado por el ARNm se encuentra en el núcleo de la célula. Está formado por la secuencia de los cuatro nucleótidos de la molécula de ADN del cromosoma. El mensajero es ==

copia fiel en ARN de parte de esta molécula que constituye el gen.===  
 Este ARNm libera el núcleo y se fija en los ribosomas del citoplasma.  
 Cada célula contiene miles de genes, entonces se hace necesario que  
 cada uno de ellos actúe en su momento preciso para evitar la anarquía.

El AG<sub>3</sub>, así como otras fitohormonas pueden causar la activación  
 de un gen determinado, provocando la formación de mensajeros.

### 3.1.14.- INCORPORACION DE LOS ANTERIORES PUNTOS Y MECANISMOS EN UN SISTEMA MAS GENERALIZADO: EL DESARROLLO.

El estudio de los fenómenos que intervienen en el desarrollo ve-  
 getal, muestran que en muchos casos, las hormonas no actúan de manera  
 independiente, sino que junto con los inhibidores forman un complejo  
 sistema regulador, que aún no se entiende perfectamente en su funcio-  
 namiento; como se ha demostrado, la giberelina y la auxina tienen ===  
 efectos diferenciados y a menudo se demuestra que actúan independien-  
 temente, pero hay casos en que se muestra una clara interacción e in-  
 cluso, en los que una puede substituir a la otra (2), (24), (28).

Algunos procesos del desarrollo ya se han analizado cuidadosa -  
 mente y han permitido encuadrarlos dentro de un sistema regulador mas  
 generalizado; por ejemplo, se realizó un estudio analítico del proce-  
 so de germinación de la semilla, que podría ser extensible a otros y  
 nos muestra un resumen como el siguiente: las células del embrión se  
 hidratan y empieza su actividad, la primera acción hormonal es la de

la giberelina, la cual es secretada por las células del embrión y su efecto (¿desrepresión?) es la secreción de la alfa amilasa, de tal forma que el almidón del endospermo se convierte en glucosa por efecto de la enzima y se difunde por todo el embrión. En seguida, estas células embrionarias empiezan a sintetizar citocinina, la que produce una rapidísima división celular pero con poco alargamiento (1), (6), (9).

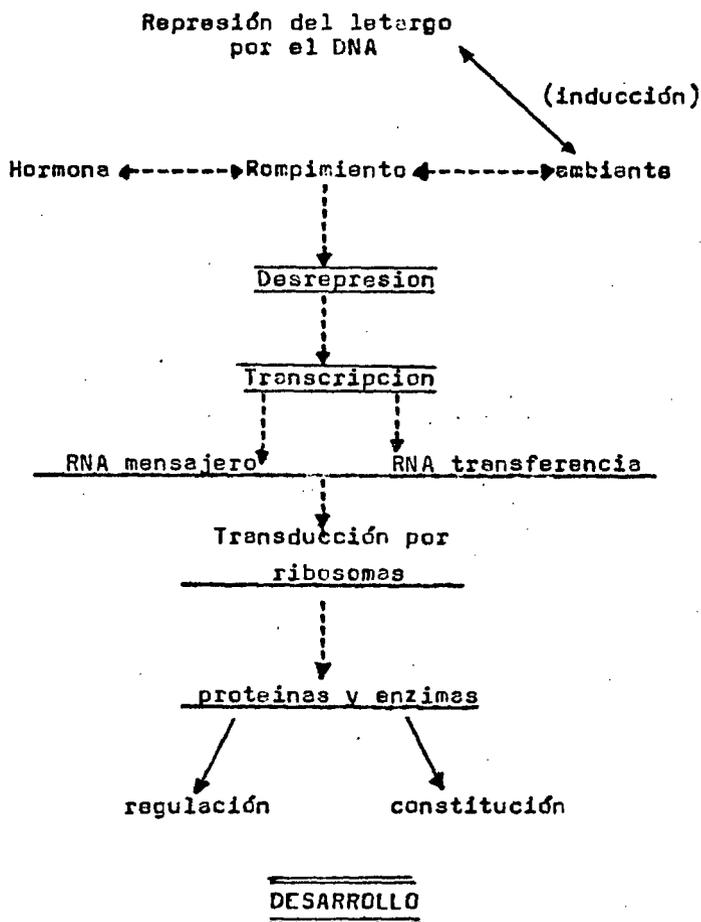


Figura 6.- Esquema generalizado de la regulación del sistema hormonal en el desarrollo vegetal.

### 3.1.15.- LA FLORACION EN RELACION CON LA ACCION HORMONAL.

La floración se entiende como uno de los estados físicos y se inserta, dentro del esquema general de la morfogénesis, entendiéndose como un estado de senectud o envejecimiento, que da principio desde que el embrión completa su formación.

La floración es determinada por estímulos termo y fotoperiódicos, estos estímulos físicos se transforman dentro del vegetal en estímulos químicos, de modo que las hormonas y demás metabolitos tienen una participación importante en el proceso de floración. En la floración parece cumplirse el concepto de que a todo proceso fisiológico concurren las diversas hormonas e inhibidores, de modo que su determinación se efectúa por el equilibrio que se guarda entre ellas; según este concepto, cualquiera de esos elementos podría ser limitante.

Una teoría muy atractiva ha sido presentada ya, en ella se basan los conceptos siguientes. La floración representa el último estado de desarrollo físico y es determinada, como ya se ha visto, desde estados anteriores. Su iniciación así como otros procesos fisiológicos, es determinada por el genotipo, en respuesta a estímulos externos. En algunos géneros de plantas, el genotipo parece ser el único determinante, en otras ocasiones el genotipo actúa en condiciones ambientales específicas. Una vez que la planta alcanza la etapa fisiológica en que está lista para la iniciación floral, el primer cambio morfológico que indica la transición de los meristemas de vegetativo a reproductivo es el aumento de la división celular en la zona central, inmediatamente abajo de la parte apical del meristemo

vegetativo. La anterior división da por resultado un grupo de células parenquimatosas, no diferenciadas, rodeadas de células meristemáticas que a su vez dan origen a los primordios florales (24), (28).

Las hormonas actúan determinadamente en la floración, las auxinas tienen solamente un papel indirecto, su papel es aún oscuro pero indiscutible. Las citocininas parecen también estar involucradas. Las giberelinas son las más directamente efectoras, los experimentos muestran que actúan sobre el desarrollo del tallo floral, esta acción específica ya ha sido mencionada anteriormente. El desarrollo de la flor estéril influenciado por otra hormona que ha sido llamada Antesina. Participan además, los inhibidores controlados parcialmente por el termoperiodo y actuarían como reguladores. El fotoperiodo influiría aquí para determinar la síntesis de hormonas a través del fitocromo (23), (28).

Para dar explicación a las especies de días cortos y días largos, se ha elaborado una teoría de la floración en dos fases: formación del tallo floral y formación de la flor. La primera estaría estimulada con una expresión fisiológica que incluye alto contenido de hidratos de carbono, de oxidasas metálicas, de giberelinas en las hojas y auxinas en el ápice del tallo. Esta expresión la inducirían los días largos. La aparición de la flor estaría determinada por un alto contenido de compuestos nitrogenados, oxidasas no metálicas y antesinas en las hojas, además de metabolitos conectados con el DNA y RNA (¿citocininas?) en el ápice del tallo. Esta expresión la inducirían los días cortos (24).

### 3.1.16.- FISILOGIA DE LA FECUNDACION Y FORMACION DEL FRUTO.

El grano de polen al transferirse por la antera a los estigmas da como resultado la polinización (28).

El polen no es la contrapartida del espermatozoide animal, sino que es un tubo gametofito y dentro de él se encuentra el gameto masculino (24). Además, el polen lleva en el trayecto que realiza hacia el ovario, hormonas auxínicas, giberelinas y enzimas que intervienen en la fecundación (25).

Al llegar al ovario, el tubo polínico entra al micrópilo y penetra los tejidos nucleares al saco embrionario. Los núcleos de espermatozoide se salen del tubo polínico y uno de ellos se fusiona con la célula del ovario, la oosfera, formando un núcleo diploide que originará al embrión, el otro gameto masculino se une al núcleo del endospermo y se forma un núcleo triploide. Cuando el polen cae en el estigma germina y el protoplasma de la célula vegetativa desciende llevando el gameto masculino; luego el núcleo vegetativo degenera y el gameto se divide en dos, de tal forma que cuando el tubo polínico alcanza al óvulo, van dos células gaméticas. El protoplasma de la célula vegetativa muestra bien definido tactismo, puesto que si la flor es colgante, asciende por el estilo hacia el ovario. En este trayecto, el polen se va nutriendo de los tejidos del estilo, de tal forma que debe haber adecuación entre las enzimas del grano de polen y los tejidos que va consumiendo. La falta de esta adecuación entre el pistilo y el polen, explica porqué unas especies no son polinizadas por otras, aún sin la intervención de los fenómenos genéticos (2) (25).

Hay evidencia de que el crecimiento del tubo polínico está controlado por hormonas y que podrían tener influencia en la fisiología después de la fecundación.

Como resultado de la fecundación, la flor empieza a transformarse en fruto. En este proceso, toda la planta sufre alteraciones en su fisiología, de tal forma que hay redistribución de las reservas alimenticias y de las hormonas; el nitrógeno y el fósforo se movilizan en las plantas anuales, de las hojas a los frutos, para dar lugar a las reservas del embrión y asegurar la vida de la siguiente generación. La parte de la flor se transforma en el fruto y en la semilla. Existen muchas modalidades de este proceso. El desarrollo del fruto comprende dos factores: el crecimiento y la maduración.

La giberelina es muy importante en el prendimiento y desarrollo del fruto y se está usando para estimular este proceso artificialmente (1), (25), (27), (28).

Todo el anterior proceso no depende solamente del contenido hormonal, sino también del estado nutricional de la planta. Hay evidencias en muchas especies vegetales de que la cantidad de flores supera la potencialidad de la planta en su nutrición y con esto se produce una competencia interior por los nutrientes, ésta se hace más severa si se adiciona la competencia por el agua (2), (24).

El crecimiento del fruto, en muchas especies se puede representar con una curva sigmoidea simple, como también se representa el crecimiento de la planta; en muchas otras se complica, porque presen-

ta un descenso, de tal forma que se representa con una curva sigmoide doble. El crecimiento máximo en cada especie, está en función directa del aporte de sustancias nutritivas y agua, pero se puede alterar con la aplicación de sustancias auxínicas y giberelinas, con lo cual se ve la influencia de estas hormonas (2), (24), (28).

La síntesis de hormonas parece llevarse a cabo en las semillas. Las semillas jóvenes son fuente rica de giberelinas, éstas se han aislado a partir de semillas de ciruela, almendra y frijol joven. Generalmente se encuentran más giberelinas cuando el crecimiento de la semilla es más rápido (28).

Simultáneamente al crecimiento, el fruto sufre cambios cualitativos que lo lleven a la madurez, estos cambios incluyen muchas transformaciones químicas, como son el cambio de materiales pécticos que cementan las paredes celulares y la hidrólisis del almidón. Igualmente, los taninos y la clorofila desaparecen y en su lugar se sintetizan carotenoides, con lo que el fruto cambia de color verde a amarillo o rojo. A la madurez se asocian profundas transformaciones en el metabolismo del fruto, así lo indican los cambios que se manifiestan en la respiración, que consisten en un decrecimiento de la tasa respiratoria conforme madura el fruto, siguiéndose un súbito e intenso incremento, justo al llegar a la madurez llamado climaterio, después del cual la tasa respiratoria decrece conforme el fruto se torna senescente. El climaterio representa por lo general, la etapa en que el fruto tiene su máxima calidad para ser consumido; en algunas especies, este punto para su consumo viene un poco después del climaterio (24).

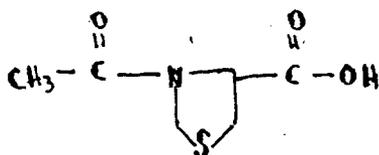
### 3.2.- LA FOLCISTEINA (FOP).

#### 3.2.1.- GENERALIDADES SOBRE ESTE FITORREGULADOR.

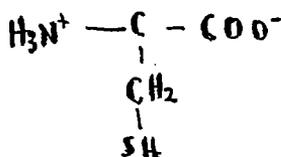
La Folcistina (FOP) es una sustancia química patentada por los profesores Simon Oeriu e Ion Oeriu, en nombre del ministerio de la = Industria Química Rumana, Bucarest. El Ergostim es la marca registrada de este compuesto, es producido y desarrollado comercialmente por la compañía Italiana Montedison, S.P.A. en el momento de realización de este trabajo.

#### 3.2.2.- CONSIDERACIONES QUIMICAS.

La folcistina puede considerarse como un fitorregulador sintético que actúa como bioestimulante; es decir, que no es producido por la planta sino artificialmente, pero que actúa sobre su metabolismo. Es un producto líquido soluble en agua que contiene el 5 % de un derivado del aminoácido Cisteína, el 0.1 % de ácido fólico y cantidades mínimas de coadyuvantes disueltos en una solución estabilizante. A continuación se muestra su fórmula al igual que la de la Cisteína para poder ver sus diferencias.



FOLCISTEINA



CISTEINA

Figura 7.- Fórmulas químicas desarrolladas de la Folcisteína y la Cisteína.

### 3.2.3.- PRECAUCIONES EN SU UTILIZACION.

La presentación comercial de la Folcisteína, el ERGOSTIM, no es tóxico ni fitotóxico, es rápidamente metabolizado y no deja residuos en los vegetales tratados; por este motivo, se puede utilizar sin preocupación alguna, inclusive hortalizas para consumo inmediato. A continuación del tratamiento con Ergostim, las plantas muestran un aumento en su actividad enzimática y su metabolismo vegetal general, incrementándose los procesos de respiración, transpiración y síntesis clorofílica, se obtiene un aumento del contenido de proteínas, carbohidratos, vitaminas y hormonas de crecimiento; estos temas los veremos a continuación con mas detalle y en conjunto dan como resultado un aumento en la calidad y cantidad de la producción vegetal.

Quando las semillas son tratadas, se manifiesta un efecto que consiste en un aumento de la velocidad de germinación.

### 3.2.4.- FUNCION DE LOS GRUPOS TIOLICOS (-SH) EN LA FISIOLOGIA Y BIOQUIMICA VEGETALES.

Investigaciones recientes han dado mucha importancia a los mecanismos reactivos bioquímicos y fisiológicos de los radicales tiólicos (-SH) dentro del organismo viviente. La anterior consideración se explica si se considera la actuación clave que estos grupos tienen en la estructura tridimensional de la molécula protéica, en la función del aparato de la mitosis en la división celular (3), (26); en la formación de los husos en la división misma, en los procesos de cariocinesis, la estimulación de la morfogénesis (4) y de los procesos de crecimiento, en la polimerización del DNA, en la síntesis del RNA para la elaboración de proteínas y en la regulación de la actividad de muchas enzimas.

Importante es también la relación -SH/-S-S- (reducción/oxidación tiólicas), de la cual dependen los procesos de síntesis y embriogénesis, como son los que regulan la división celular y la síntesis y polimerización de los polinucleótidos.

Han sido identificados grupos tiólicos en los cromosomas, donde se supone, juegan un papel importante en la síntesis de proteínas y el transporte de la albúmina en el protoplasma celular.

En las mitocondrias, estos grupos pueden influir sobre los procesos de oxidorreducción. Los grupos -SH estimulan además, los mecanismos que regulan los procesos respiratorios en esa larga cadena; específicamente, estos son los responsables en el transporte de hi -

drógeno de la flavoproteína e intensifican la enzima citocromo-reductasa, facilitando con ésto la reducción del citocromo C (6).

Dentro de los mecanismos generales de fosforilación oxidativa y fotofosforilación de los cloroplastos, el intercambio de ATP a ADP se producirá mejor por medio de grupos -SH que se encuentran en el lugar activo de la enzima desfosforilizante.

También en los procesos metabólicos intermedios, está comprobada la importancia que estos grupos tiólicios ejercen, por la acción que tiene el Co-SH al tener función en el metabolismo de los ácidos grasos, de los glúcidos en el ciclo de Krebs y de las proteínas, mediante el transporte de los grupos acetilos.

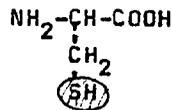
La función de los grupos -SH es también observada en constitución de la membrana celular y el desarrollo de los procesos metabólicos que ahí se realizan; también en la función de la permeabilidad selectiva y mantenimiento de su integridad.

Los compuestos químicos que tienen en su estructura molecular un grupo tiólicio, tienen una misión que consiste en proteger a las enzimas. Un caso específico es la de los aminoácidos Cisteína y glutatión, los cuales tienen el poder de romper los vínculos disulfúricos (-S-S-) que son una causa de inactivación biológica enzimática.

La transferencia continuada de los grupos disulfúricos inactivos -S-S- en grupos activos -SH es la base de la potencialidad biosintética y de autoregeneración de la célula.

## CISTEINA:

(C-H)



## GLUTATION:

(G-SH)

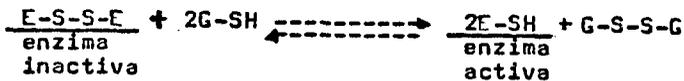
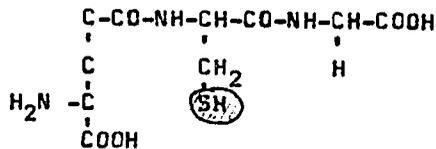


Figura 7.- Transferencia de grupos disulfúricos inactivos -S-S- en grupos activos -SH.

### 3.2.5.- GRUPOS DISULFURICOS REDUCIDOS Y ACUMULADOS EN EL ORGANISMO COMO FACTORES DE ACTIVACION DE LOS PROCESOS DE BIOSINTESIS.

El hecho de que los grupos -S-S- se acumulen y disminuyan los grupos -SH activos, es un factor por el cual el organismo presenta una atenuación de su potencial de biosíntesis y autorregeneración del protoplasma. Esta observación dió origen a la búsqueda de la utilidad que podría tener la reducción de esos grupos disulfúricos y de la oportunidad de poseer una substancia que fuese capaz de favorecer esta reducción. Se partió de la Cisteína (que como ya se vió, posee un grupo libre -SH en su estructura) y con éllo se ha obtenido un derivado cíclico, este es precisamente el principio activo del bioestimulante ERGOSTIM. Otro componente que tiene el Ergostim, es el ácido fólico, el cual por su naturaleza tiene la propiedad de reforzar la acción de los grupos -SH de la Cisteína, en la estimulación de síntesis del crecimiento, regeneración de las proteínas y ácidos nucleícos.

### 3.2.6.- DIFERENCIA CON RESPECTO A LA CISTEINA, DE LA FOLCISTEINA QUE POSEE EL ERGOSTIM EN SU ACTIVIDAD BIOQUIMICA.

La Cisteína libera rápidamente su grupo -SH reactivo, el compuesto cíclico reactivo -SH de la Folcisteína viene disfrazado y se libera lentamente en las células, de esta manera se obtiene una reactivación mas prolongada de estos grupos -SH.

Este derivado cíclico de la Cisteína, desde el punto de vista biológico, representa una elevada eficacia, cualitativamente superior a la que presentan los componentes naturales dotados de este grupo tiólico.

Experimentos realizados con animales sobre el anterior efecto han reforzado la evidencia de esta superioridad. Se ha estudiado después, la acción del Ergostim sobre los procesos de crecimiento, morfogénesis y producción agrícola en diversas plantas. Los resultados obtenidos han permitido clasificar el Ergostim como una substancia bioestimulante para el organismo vegetal y considerada además, como un fitorregulador sintético.

### 3.2.7.- INVESTIGACIONES BIOQUIMICAS CON RELACION AL EFECTO DEL ERGOSTIM SOBRE ALGUNAS ENZIMAS ACTIVAS.

Con el objeto de comprobar la acción estimulante de estos grupos -SH del Ergostim, sobre las modificaciones de los mecanismos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos, fueron realizados numerosos trabajos de investigación experimental.

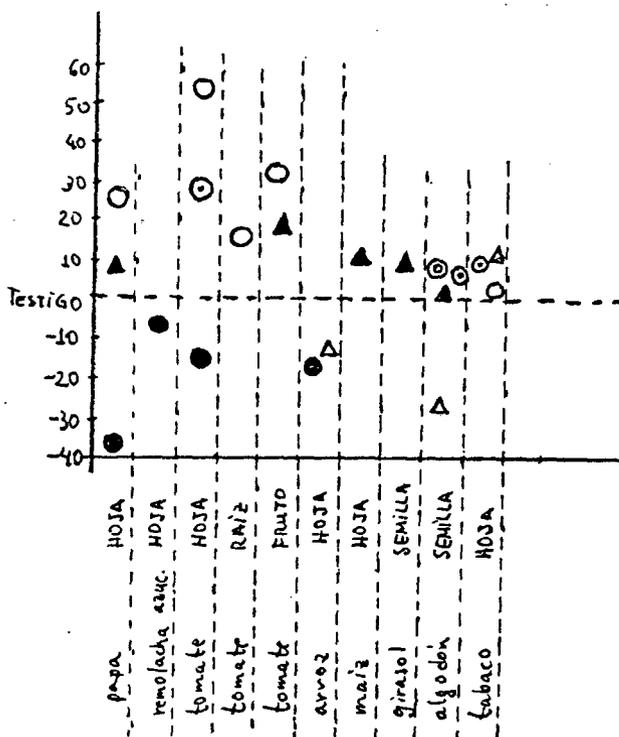
La investigación bioquímica (13) efectuada en plantas que se trataron con Ergostim, pusieron en evidencia los elevados valores de la actividad peroxidásica y catalásica (15), lo cual provoca la liberación del oxígeno que es útil en los procesos de respiración. Estimula además, la enzima fosfatasa (14), (15); esto significa la acen

tuación del metabolismo.

Un interés especial representa también la actividad de la Apirasa, por medio de la cual, se liberan altas cantidades de energía == por medio de la transformación del ATP en AMP.

Otro efecto muy notable es la acumulación en el organismo, de substancias activas, tales como la forma enólica de la vitamina C, == que representa disminución de la actividad ácido ascórbico-oxidásica y de la hidroquinona que significa disminución de la actividad poli - fenol-oxidásica (15), (19).

En seguida se muestra una gráfica para ver el efecto del Ergos- tim sobre algunas enzimas activas.

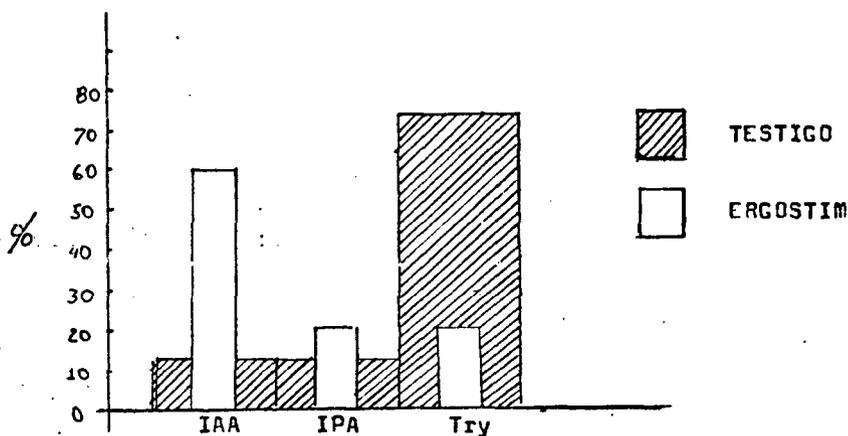


NOMBRE	CLAVE
catalasa	⊙
peroxidasa	○
fosfatasa	⊙
ac. ascórbico oxidasa	●
apirasa	▲
polifenol oxidasa	△

Gráfica No. 2.- Efecto de la Folcisteína sobre algunas enzimas activas.

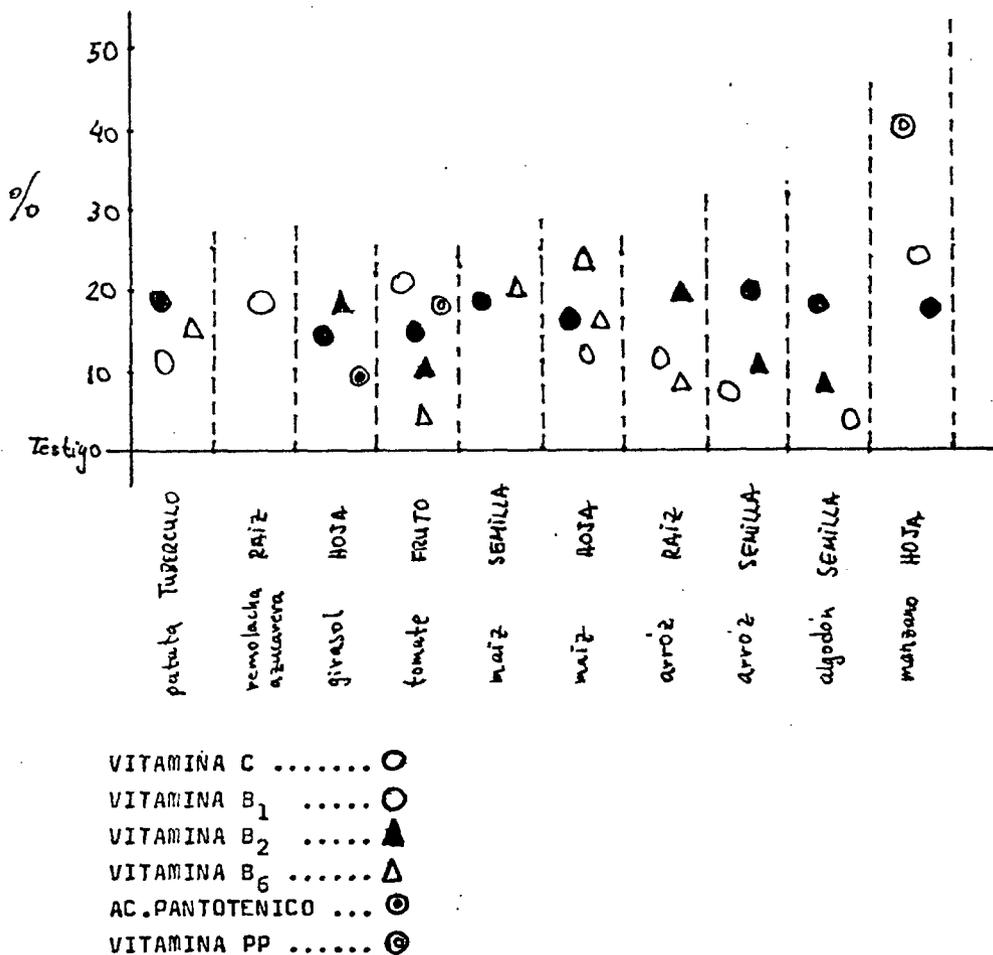
### 3.2.8.- IMPORTANCIA EJERCIDA SOBRE ALGUNAS HORMONAS. EFECTOS QUE SE DESENCADENAN.

La característica de los grupos -SH del Ergostim tiene también efectos sobre la síntesis de algunas heteroauxinas cuyo nivel en el vegetal aumenta; por ejemplo, el ácido indolacético (IAA. Por medio de este mecanismo son estimuladas las reservas del organismo y de como resultado en los cultivos, cosechas mas abundantes y precoces (16).



Gráfica No. 3.- Efecto del Ergostim sobre el IAA, IPA y Try en el coleóptilo del trigo.

El incremento de esta actividad hormonal trae generalmente acompañado, la acumulación de vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, y C que tienen una misión muy importante en los procesos de reducción. También la vitamina B<sub>6</sub> la cual es significativamente importante en los mecanismos de transaminación. Algunas veces se tiene también un aumento considerable de la vitamina PP y del ácido pantoténico (5), (11), (20).



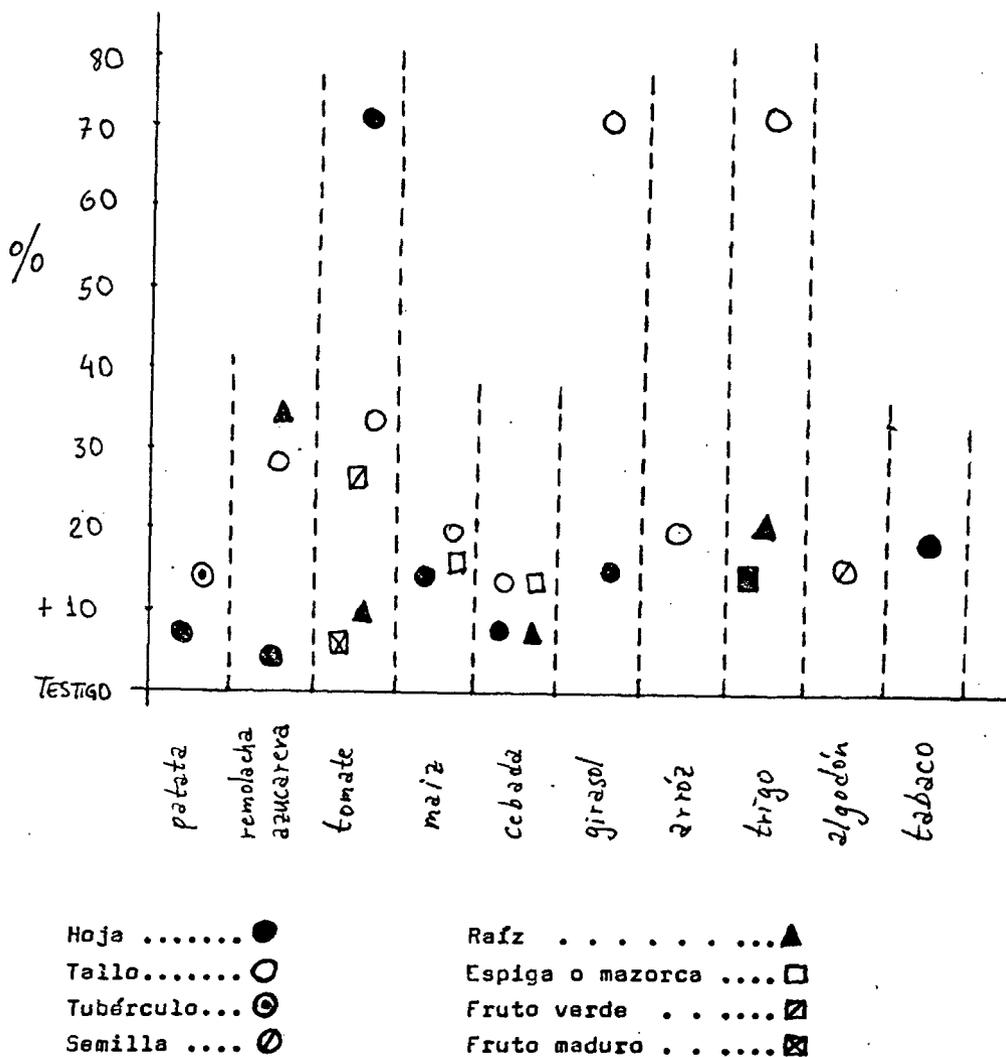
Gráfica No. 4.- EFECTO DEL ERGOSTIM SOBRE EL CONTENIDO DE VITAMINAS.

El efecto de estas vitaminas, algunas de ellas actuando sobre el factor crecimiento, nos dan a entender la importancia de su incremento para el organismo vegetal.

Cuando se aplica el Ergostim se obtiene un aumento de la relación G-SH/G-S-S-G (glutación reducido/glutación oxidado), este aumento es de gran interés, ya que se torna en factor que refleja la acentuación de los procesos de anabolismo. Ver gráfica No. 5.

La acción de los grupos -SH sobre la síntesis biológica, también hace efecto al aumentar los valores de los ácidos aspártico y glutámico; estos aminoácidos tienen características de sustancias de reserva de nitrógeno; de la valina que se considera como efectora sobre el crecimiento; de la glutamina, que hace aumentar la resistencia del organismo vegetal a condiciones desfavorables del medio ambiente (8), (12), (17).

El efecto que ejercen los grupos -SH del Ergostim en la biosíntesis de proteínas y glúcidos se observa también en el aumento de la germinación de las semillas, especialmente las que son difíciles de germinar.



Gráfica No. 5.- Efecto del Ergostim sobre la relación  
 Glutatión reducido/Glutatión oxidado  
 (G-SH/G-S-S-G).

### 3.2.9.- FISILOGIA DEL FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS).

La fisiología de esta leguminosa está determinada en mayor grado por el factor genético. La estructura y desarrollo de la planta dependen en poco de las condiciones ambientales bajo las cuales se encuentra sometida. Las variedades arbustivas son de ciclo más precoz que las trepadoras que son de crecimiento indeterminado.

Cuando la Temperatura es óptima, entre 20 y 25 grados C y la humedad del suelo es apropiada, el frijol empieza a germinar en 4 o 6 días después de la siembra. Cuando la temperatura es de 20 a 30 grados C, el frijol germina en 2 o 3 días después de la siembra. No se necesita la luz para la germinación de estas semillas (24). El frijol es de germinación epigea, sus cotiledones salen a la superficie formando así, a las llamadas "hojas cotiledones".

Las plantas florecen cuando se produce en ellas el cambio de la fase vegetativa a la productiva de su desarrollo. Este proceso puede ser afectado por la longitud del día solar. Este fenómeno llamado fotoperiodismo es diferente para las diferentes especies, sin embargo hay variedades que no son afectadas por el fotoperiodismo (2), (24).

La polinización es realizada por Cleistogamia, o sea, que se realiza cuando la flor no se abre todavía. La Quilla impide la polinización cruzada natural, a pesar de esto, raras veces puede ocurrir esta última pero en porcentaje muy bajo. (2), (24).

La facilidad del desprendimiento de las semillas dependen tam-

bién de la variedad de la especie. Las condiciones ambientales también influyen en el desprendimiento. De esta forma, cuando una sequía fuerte va precedida de una lluvia con vientos fuertes, puede ocasionar una pérdida fuerte de la semilla ya madura (24).

La capacidad de rendimiento de las distintas especies, se debe fundamentalmente a las características morfológicas de la planta, sus hábitos de crecimiento, el número de inflorescencia por planta y el número de flores por inflorescencia, el número de granos por cada vaina y por el tamaño de las vainas.

Algunos de los puntos anteriores pueden ser modificados con la aplicación de sustancias fitorreguladoras. Los datos obtenidos al respecto muestran un aumento en los mecanismos de transpiración y respiración, también un aumento de velocidad en el proceso de fotosíntesis, esto es fundamental, ya que permite la acumulación de sustancias orgánicas y facilita con éllo un aumento en la fructificación.

Información y datos anteriores, vistos en el desarrollo de la revisión de literatura, dan evidencia de las mejoras cualitativas y cuantitativas en el rendimiento de las plantas que son tratadas con estas sustancias. Los experimentos realizados en diferentes lugares de la República Mexicana y del mundo, refuerzan esas evidencias y nos dan bases para proceder a la formulación de hipótesis, para poder comprobarlas o refutarlas por medio de la experimentación.

## IV.- HIPOTESIS.

4.1.- Las condiciones edafoclimáticas de la región han generado una condición de desarrollo "normal" en los diferentes cultivos, entre ellos el frijol (*Phaseolus vulgaris*). El vegetal posee un potencial de desarrollo y rendimiento superior al "normal" que presenten y que es posible reactivar mediante la aplicación de  $AG_3$  y ERGOSTIM. La respuesta bioquímica fisiológica que la planta manifieste a esta reactivación puede ser superior en rendimiento al cultivo "normal" y que podrá ser cuantificado.

4.2.- Es probable que se presente alguna condición física o química impredecible y desfavorable, que podrá nulificar la activación de los mecanismos fisiológicos de la planta por parte del  $AG_3$  o del ERGOSTIM, dando como resultado ninguna respuesta a la aplicación de tales substancias. Podrá presentarse también una respuesta indeseable que afecte el desarrollo o al rendimiento del cultivo que nos ocupa.

## V.- SUPUESTOS.

- 5.1.- El manejo en el laboreo del cultivo y las condiciones agroclimáticas serán parecidas, de tal forma que los tratamientos, todos tienen la misma capacidad de respuesta a la producción.
- 5.2.- Los rendimientos de los tratamientos se verán influenciados de manera diferente con aplicaciones diferentes en dosis de fitoreguladores.
- 5.3.- Se espera también, diferente respuesta en el rendimiento de los tratamientos con aplicaciones en diferente época de desarrollo del cultivo.
- 5.4.- Las dosis de fitoregulador proporcionadas, se supone, son las mas indicadas para apreciar alguna diferencia con respecto a los tratamientos testigo, o para obtener los máximos rendimientos.
- 5.5.- El uso de la variedad de frijol Canario-101 en el cultivo no afecta la respuesta a la aplicación de las substancias fitoreguladoras.
- 5.6.- Las parcelas experimentales del sitio donde se realizó el estudio, tienen características representativas idénticas en su suelo al de gran parte de la zona agrícola.

## VI.- M A T E R I A L E S .

### 6.1.- LOCALIZACION.

El trabajo se realizó en el municipio de Cuquío, Jalisco; sus coordenadas son: 20 grados 56 minutos latitud norte, 103 grados 02 minutos longitud Oeste y 1781 metros sobre el nivel del mar. El promedio de días despejados es de 145.4. La temperatura máxima y mínima promedio es de 25.6 y 10.1 grados centígrados respectivamente. La precipitación pluvial promedio es de 839.5 mm anuales y la evaporación de 219 mm también anuales.

### 6.2.- CONSIDERACIONES AGRONOMICAS.

Algunas de las características principales de la zona de influencia del experimento, consisten en lo siguiente: por el valle de Cuquío corre el río Achichilco de Oriente a Poniente, afluente del río Santiago. En época de lluvias, las partes bajas del valle se inundan varios cientos de hectáreas; en las que no acontece esto, se practica la agricultura con siembras de maíz principalmente, con el sistema de humedad residual. Actualmente todas estas hectáreas se han incorporado al riego con las presas de Cuquío y Cuacuala por SARH, parte de estas hectáreas se siembran con cultivo de invierno, principalmente avena forrajera.

Estos suelos son de formación iluvial en su mayoría, encontrándose una capa de tepetate ( $\text{CaCO}_3$ ) o de "caliche" a diferente profundidad que muchas veces es limitante para el cultivo. La textura varía de arcillosa a franca, según el estado de desarrollo del suelo.

Existen gran cantidad de lomerios donde se practica la agricultura eminentemente de temporal, tanto al lado derecho como al izquierdo del río, en una de ellas se realizó el experimento. Se observa como principal roca formadora del suelo basaltos ferromagnesianos. Los suelos son de color rojo y pardo, dependiendo de su altura sobre el valle y se infiere, al observar el perfil, que corresponden a oxisolas y podsoles; esta textura es generalmente arenosa y franco arenosa con un pH que varía del fuerte al muy fuertemente ácido. Demasiado pobres se encuentran en porcentaje de materia orgánica.

### 6.3.- CARACTERISTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.

La parcela donde se realizó el experimento representa gran porcentaje de la tierra cultivable de la zona en su manejo, tiene mas de 20 años de cultivarse solamente con maíz de temporal. En su suelo se presente el complejo tradicional de plagas. Cada año se acostumbra quemar indiscriminadamente antes de mover el suelo para la siembra, lo cual ocurre entre los meses de febrero y abril, por lo que no es posible conservar la humedad residual para la siembra. La preparación del suelo consiste en uno o dos pasos con rastra de discos, muchas veces bastante ligera, ocasionando con éllo la saturación del

del suelo, baja capacidad de retención de agua, escurrimiento superficial con las primeras lluvias, pérdida de fertilizantes, deficiente aereación, etc.; el resultado de lo anterior es: producción de maiz de 800-2,000 Kg/Ha. Esto es sin duda un gran problema.

El analisis del suelo se muestra en la siguiente tabla, se realizó en Abril de 1984 en el Laboratorio Regional de Suelos y Apoyo Técnico de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, de acuerdo a los métodos de rutina para cada determinación. Se analizaron asimismo, cinco muestras mas de suelos de diferentes parcelas y predios; en todos se observa la baja capacidad de producción, especialmente con el pH y el porcentaje de materia orgánica que son indicadores de la química del suelo muy eficientes.

CUADRO No. 2.- Resultado del Analisis General del Suelo del Sitio Experimental.

<b>TEXTURA</b>	
Arena . . . . .	62.56 %
Arcilla. . . . .	10.16 %
Limo. . . . .	27.28 %
Textura	franco arenoso
Aqua equivalente	12.50 %
<b>MATERIA ORGANICA 0.82 %</b>	
<b>SALINIDAD Y SODICIDAD</b>	
Cond. eléctrica...	1.05 m-mhos/cm
Cationes toteles	10.50 meq/l
Calcio . . . . .	3.60 meq/l
Magnesio . . . . .	2.80 meq/l

Sodio soluble .... 4.10 meq/l

Sodio intercambiable 2.25 %

Clasificación ... n o r m a l

Bicarbonatos . . . 0.40 meq/l

Carbonatos ... 0.00 meq/l

Cloruros . . . . . 0.50 meq/l

Sulfatos . . . . . 9.60 meq/l

NUTRIENTES

Calcio . . . . . muy bajo

Potasio .. .. Ex-rico

Magnesio ... .. medio

Manganeso .. .. alto

Fósforo .. .... bajo

Nitrógeno nítrico medio

Nitrógeno amoniacal medio

pH 1:2 4.3

## VII.- DISEÑO Y EJECUCION DEL EXPERI - M E N T O .

El objetivo del experimento era determinar el rendimiento que se obtiene con cada uno de los tratamientos en estudio para proceder a su analisis, éstos fueron seleccionados con criterio personal; como testigos se seleccionaron dos tratamientos, los cuales representan el mejor laboreo que un agricultor moderno efectuaríe en el cultivo del frijol. Al comparar el rendimiento de los tratamientos por medio del analisis de varianza, podremos saber si existen o no diferencias significativas entre ellos.

A continuación se exponen los tratamientos sometidos a estudio tomando en consideración su mejor posibilidad de éxito, dado su laboreo y condiciones que eran de esperarse.

---

---

### CUADRO No. 3.- Lista de tratamientos sometidos a observación experimental.

---

- 1.- Sin fitorreguladores, sin fertilización foliar.
- 2.- Sin fitorreguladores, con fertilización foliar.
- 3.- Dos aplicaciones con dosis de 5 ppm de  $AG_3$  a partir del inicio de la floración, con fertilización foliar.
- 4.- Dos aplicaciones con dosis de 10 ppm de  $AG_3$  a partir del inicio de la floración, con fertilización foliar.

- 5.- Dos aplicaciones en dosis de 15 ppm de  $AG_3$  a partir del inicio de la floración, con fertilización.
  - 6.- Aplicación en dosis única de 500 cc/Ha de Ergostim al inicio de la floración, mas fertilización foliar.
  - 7.- Dos aplicaciones de Ergostim con dosis de 250 cc/Ha a partir del inicio de la floración, con fertilización foliar.
  - 8.- Tres aplicaciones con dosis de 150 cc/Ha de Ergostim a partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada, con fertilización foliar.
  - 9.- Tres aplicaciones de Ergostim con dosis de 200 cc/Ha a partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada, con fertilizante foliar.
  - 10.- Aplicación de 100 cc/Ha a la semilla en inmersión por 12 horas mas dos aplicaciones de 200 cc/Ha de Ergostim, poco antes de la floración y 15 días después.
- 

Todos los tratamientos fueron fertilizados al momento de la siembra con el tratamiento 75-100-00, utilizando para éllo fosfato de diamonio y urea, fertilizantes para el suelo.

El fertilizante foliar que se utilizó es el Bayfolón Forte de la compañía Bayer. En el cuadro siguiente se presenta su composición química. Fué aplicado a todos los tratamientos excepto el No. 1 que fué uno de los testigos a partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada por tres aplicaciones, lo anterior con el objeto de reforzar los elementos que intervendrían en el metabolismo vegetal el cual probablemente se vería incrementado con la aplicación de los fitoreguladores.

CUADRO No. 4.- Contenido de nutrientes del Fertilizante  
Foliar.

INGREDIENTE	CANTIDAD g/l
Agente de penetración	5.0
Azufre	2.3
Boro	0.4
Calcio	0.25
Cobre	0.4
Clorhidrato de tiamina	0.04
Cobalto	0.02
Fierro	0.5
Fitohormona (AG <sub>3</sub> )	0.03
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	80.0
Magnesio	0.25
Manganeso	0.4
Molibdeno	0.05
Nitrógeno	110.0
Potasio	60.0
Zinc	0.6

Se presentó una enfermedad viral (mosaico amarillo del frijol), que atacó con mayor severidad el bloque No. 1, fué controlada con la aplicación de Agrymicin-500, fungicida bactericida de amplio espectro de la compañía Pfizer, con dos aplicaciones a intervalos de 5 días.

El diseño experimental que se utilizó fué el de agrupación simple Bloques Completos al Azar el cual se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO No 5.- Distribución aleatoria de Unidades Experimentales.

2	9	2	1
6	3	8	4
9	2	10	8
5	4	9	7
10	7	6	9
4	5	7	10
3	10	4	5
8	1	5	3
1	6	3	6
7	8	1	2
IV	III	II	I

Las unidades experimentales fueron en total 40, cada una constó de 5 surcos de 6 metros de longitud a distancia de 60 centímetros; la distancia entre bloques fué de 1 metro y la distancia entre parcelas de 2 metros. La distancia entre metas al sembrar fué de 15 centímetros, lo anterior nos da una densidad aproximada de 110,000 plantas por Hectárea.

Un evento indeseable se presentó en el tratamiento No. 10, éste era del que se esperaba el mejor rendimiento. Este evento se debió muy probablemente a un fenómeno, aún no estudiado, consistente en que la lluvia cae cuando la siembra está recién realizada o hasta unas == 40-50 horas después; esto trae como consecuencia el desencadenamiento de una serie de efectos físicos y químicos sobre el suelo y la semilla, dando como resultado que esta se pudra y no germine. Los mas == inteligentes agricultores regionales tienen bien identificado este == problema, sin comprenderlo. Debido al evento anterior, solo tuvieron buen desarrollo 9 tratamientos en cada bloque. En el siguiente cuadro se presenta el laboreo que se dió al experimento así como algunas observaciones.

CUADRO No. 6.- Cronología de laboreo y observaciones que se realizaron en el experimento.

ACTIVIDAD ACONTECIMIENTO	FECHA	OBSERVACIONES
Inicio de la siembra	martes 17 de julio	Bloque I terminado siembra manual

ACTIVIDAD ACONTECIMIENTO	FECHA	OBSERVACIONES
Continuación de la siembra	miérc. 18 de julio '84	Bloques II, III y IV mejora en la siembra, su tec.
Continuación de la siembra	viernes 20 de julio '84	El trat. 10 era de siembra especial por eso se hizo por separado, hoy se realizó en los 4 bloques.
Lluvia muy fuerte cayó hoy	domingo 22 de julio	Este acontecimiento probablemente efecte la germinación del trat. 10 que se sembró antier.
	jueves 26 de julio '84	Empieza la germinación muy bien, el bloque I es el más avanzado; los bloques II, III y IV tienen tremenda partición de la costra en la línea de siembra, ≈ aprox. el 80 % de hipocótilos se observan ya. Del Trat. 10 nada se ve.
Deshierbe de dos callejones	jueves 2 de agosto '84	Germinado el experimento en su mayor parte, la primera hoja trifoliada empieza a desarrollarse. Del trat. 10 en los 4 bloques germinó el 2 %.
Primera aplic. de Fert. Fol. a todos los Tratamientos, excepto el No. 1. A los Trats. 8 y 9 la 1a. aplic. de Ergostim.	miérc. 15 de Agosto '84	Se presenta la aparición de la 3a. hoja trifoliada.
Deshierbe de los bloques I y II	jueves 16 Ag. '84	Se realizó el deshierbe manualmente.
Deshierbe de los bloques III y IV	viernes 17 Ag.	Aplicación de insecticida Sevin 80 % PH alrededor del experimento para protección contra chapulines que ya aparecieron.
Escarda de los cuatro bloques	viernes 24 Ag. de '84	En pleno desarrollo todo el experimento. Plantas de altura 25-32 cm. Las plantas en el bloque I, ≈

ACTIVIDAD ACONTECIMIENTO	FECHA	OBSERVACIONES
		Trats. 4, 8, 7, y 9 presen- tan retardo en su creci- miento con respecto a los demás, parece deficiencia en nitrógeno lo que empie- zan a presentar sus hojas.
Aplicación de fitorre- guladores y Fert. Fol. a los Trats. 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. El No. 2 solo Fert. Fol.	lunes 27 Ag. de '84.	La floración está iniciando, blanco es su color. == Aplicué por 2a. vez insecti- cida Savin PH 80 % para protec. contra chapulines.
Apli. de Agrymicin 500, bactericida fungicida de amplio espectro. Aplic. de la mas alta dosis re- comendada.	mierc. 29 de agosto de '84	Los Trats. 1, 4, 8, 7, 9 y 10 en el bloque I son los mas dañados por esta enfer- medad viral. En el bloque II los trats. 10 y 9 empie- zan a dañarse. Es rapidi- simo el desarrollo de esta enfermedad, hace unos dias apenas aparecian síntomas, parecía una deficiencia de nitrógeno.
Aplicación de Fertili- zante foliar y fitorre- guladores a todos los tratamientos, excepto el No. 1 que es testiga	mierc. 12 de Sept. '84	Las parcelas dañadas por el mosaico viral ya están recuperadas y las otras == permanecieron sanas. Es- tán llenas de ejotes y aún siguen floreciendo.
	domingo 7 de oct. de '84	Empiezan a madurar las == plantas y sus vainas. Al- gunos trats. se ven mas avanzados.
	jueves 11 de oct. de '84	Las matas están amarillan- do todas ya. Las mas ma- duras son las de los Trat. I,7; I,6; II,3; III,6 y el III,1. Probablemente eso se deba a un efecto del == suelo.

ACTIVIDAD ACONTECIMIENTO	FECHA	OBSERVACIONES
Inicio de cosecha corte del bloque IV	lunes 29 de oct. de '84	Se realizó con la separación de los 2 surcos de la orilla, los 3 centrales == nos formarán la parcela == útil para la mejor inferencia matemática.
Corte de todas las parcelas de los restantes bloques I, II y III	mierc. 31 de oct. de '84	Envasé individualmente la cosecha de cada parcela e identifiqué para no confundir. Se llevaron a bodega para posterior secado y == trilla manual ya que amenaza con llover en estos días. Hoy llovió ligeramente en la tarde.
Iniciación de trilla manual previo secado	sab. 10 de nov. de '84	La cosecha en grano de cada parcela se separó e == identificó para luego ser pesada y proceder al análisis de varianza.

## VIII.- ANALISIS DEL RESULTADO .

CUADRO No. 7.- Rendimiento obtenido en Ton/Ha para cada parcela de grano de frijol.

Treat.	B	L	O	Q	U	E	S
No.	I	II	III	IV	Total Treat.	Media Treats.	
1	1.538	2.249	1.955	1.869	7.611	1.902	
2	2.350	2.500	2.174	2.323	9.347	2.337	
3	2.082	2.500	2.859	1.906	9.349	2.337	
4	2.303	2.372	2.663	2.436	9.774	2.444	
5	1.824	2.400	2.138	2.598	8.960	2.240	
6	2.433	2.333	2.690	2.602	10.058	2.514	
7	2.034	2.460	2.674	2.586	9.754	2.439	
8	2.363	2.929	2.608	2.259	10.159	2.539	
9	2.209	3.040	3.192	2.205	10.646	2.662	
Total bloque	19.136	22.783	22.953	20.786	85.658	21.4145	
Media bloque	2.1262	2.5314	2.5503	2.310	9.5179	2.379	

CUADRO No. 8.- Análisis de Varianza para el rendimiento de grano de frijol en Ton/Ha. El diseño experimental es el de Bloques Completos al Azar.

4

F V	G L	S C	C M	F calc.	F Réquerida	
					.05	.01
Bloques	3	1.0913	0.3637666	5.454**	3.01	4.72
Tratam.	8	1.52546	0.1906825	2.859*	2.36	3.36
Error Exp.	24	1.60078	0.0666991			
Total	35	4.21754				

Media General= 2.379

Coef. de Variación = 10.856 %

De acuerdo al valor F calculado se puede apreciar la varianza asociada con los bloques como altamente significativa. La varianza asociada con los tratamientos resultó significativa con respecto a la varianza total del experimento, de aquí se concluye que sí existió efecto de los tratamientos sobre las unidades experimentales. La alta significancia entre bloques nos muestra que el diseño experimental utilizado sí fué el apropiado ya que por medio de su empleo fué posible cuantificar la variación que ahí se presentó

CUADRO No. 9.- Contrastes entre medias.

Trat. No.	Rend. medio en Ton/Ha
9	2.662
8	2.539
6	2.514
4	2.444
7	2.439
2, 3	2.337
5	2.240
1	1.902

Para la comparación entre las medias se aplicó la prueba de DUNCAN de rango múltiple. Se detectó diferencia significativa al comparar la media mayor contra la que ocupa el séptimo lugar en orden decreciente. Las primeras seis medias en orden decreciente son iguales a la media mayor. Los tratamientos 2 y 3 presentan la misma media. La diferencia entre la media mayor y la del séptimo lugar es de 0.422, el valor de Duncan para esta comparación es de 0.423, no alcanza por milésima a igualar el límite de significancia. Esto significa que estadísticamente hay diferencia significativa debida no al azar entre los tratamientos 1 al 6 en orden decreciente con respecto al 7 y 8 últimos. Hubo efecto significativo sobre la producción con la aplicación de tales substancias, fueron aplicadas simultaneamente al fertilizante foliar; de esto se excluye el tratamiento No. 5, en el ...

que se utilizó un poco mas de la dosis óptima recomendada que era de 10 ppm de  $AG_3$ . Su rendimiento, incluso fué inferior al del tratamiento No. 2 que funcionó también como testigo y en el que solo se utilizó fertilizante foliar. El efecto tal vez se deba a algún bloqueo hormonal o nutricional, causado por la sobredosis dentro del metabolismo celular, ya que el  $AG_3$  viene como fitohormona a muy baja dosis en el fertilizante foliar que se empleó, ésto aumentó todavía un poco mas la sobredosis intencional que se habia manejado en este tratamiento. Puede haber un punto óptimo de concentración para el correcto funcionamiento en todo el equipo bioquímico del vegetal. Puede haber también, antagonismo entre el  $AG_3$  y algún o algunos microelementos aplicados en el fertilizante foliar. Esto sigue abriendo camino para la investigación.

## ANALISIS ECONOMICO.

CUADRO No. 10.- Costo del cultivo/Ha (precios vigentes en marzo de 1986). No se incluye el costo de los fito - reguladores.

TRATAMIENTOS 2 AL 9	TRATAMIENTO No. 1	
Rastreo .. .. .	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
Siembra y fertilización...	\$ 5,000.00	5,000.00
Escarda .. .. .	5,000.00	5,000.00
1a. aspersión.. .. .	3,000.00	
2a. aspersión.. .. .	3,000.00	
3a. aspersión.. .. .	3,000.00	
Deshierbe.. .. .	10,000.00	10,000.00
Fert. foliar . . . . .	2,337.50	
Fert. granulado (18-46-0)..	10,936.12	10,936.12
Fert. granulado (46-0-0)...	3,527.87	3,527.87
Semilla (41.5 Kg) . . . . .	15,355.00	15,355.00
Cosecha .. .. .	12,000.00	12,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 77,156.49</b>	<b>\$ 65,818.99</b>

Diferencia del Trat. 1 en relación a los demás = \$ 11,337.50

En esta tabla se muestra el precio del cultivo ordinario que un buen agricultor haría en su frijol, así como de los productos que se utilizaron. En el trat. No. 1 no se usaron fitorreguladores ni fert.

foliar, es por eso que el costo de este tratamiento fué menor en relación a todos los demás tratamientos.

CUADRO No. 11.- Presentación global de Costos y Utilidades de los diferentes tratamientos sometidos a estudio.

1	2	3	4	5
9	\$ 77,156.49	\$ 3,600.00	\$ 80,756.49	Kg 2,662.0
8	77,156.49	2,700.00	79,856.49	2,539.0
6	77,156.49	3,000.00	80,156.49	2,514.0
4	77,156.49	1,000.00	78,156.49	2,444.0
7	77,156.49	3,000.00	80,156.49	2,439.0
2,3	77,156.49	500.00	77,656.49	2,240.0
5	77,156.49	1,500.00	78,656.49	2,240.0
1	65,818.99	0.0	65,818.99	1,902.0

6	7	8	9	10	11
\$ 798,600.0	\$ 14,937.5	Kg 760	\$ 228,000.0	\$ 15.264	\$ 10.350
761,700.0	14,037.5	637	191,100.0	13.614	9.872
754,200.0	14,337.5	612	183,600.0	12.806	9.780
733,200.0	12,337.5	542	162,600.0	13.179	9.503
731,700.0	14,337.5	537	161,100.0	11.236	9.483
701,100.0	11,837.5	435	130,500.0	11.024	9.087
672,000.0	12,837.5	338	101,400.0	7.898	8.709
576,606.0	00.0	00	00.0	0.0	7.473

EXPLICACION A LAS COLUMNAS.

En la columna No. 1 se presentan los tratamientos ordenados en forma decreciente con respecto a su productividad. En la columna No. 2 está el costo del cultivo que se vió en el cuadro anterior. En la

columna No. 3 se presenta solo el precio de los fitorreguladores, es diferente para cada tratamiento ya que se utilizaron dosis diferentes, siendo la mayor para el tratamiento No. 9 y cero para el trat. No. 1 en el que no se utilizaron ya que fue tratamiento testigo. Todos los precios utilizados en esta tabla fueron los vigentes en el mes de marzo de 1986, al igual que el cuadro anterior. En la columna No. 4 se presenta el costo total de cada tratamiento, esto se obtuvo sumando las columnas 2 y 3. En la columna No. 5 se presenta el rendimiento obtenido en Kg/Ha de grano para cada tratamiento. En la columna No. 6 se presenta lo que rindió en pesos por hectárea C/tratamiento, el precio de garantía del frijol era de \$ 300.00 c/Kg. En la columna No. 7 está lo que se gastó extra a causa de la aplicación del fertilizante foliar y del fitorregulador con respecto al trat. No. 1 en el cual no se utilizó lo anterior. En la columna No. 8 se presenta la cantidad de grano extra que se obtuvo, en relación también al trat. No. 1. En la columna No. 9 está presente el mismo resultado anterior pero traducido a dinero a razón de \$300.00 c/kg.

En la columna No. 10 está lo que rindió cada peso que se invirtió con la aplicación de fertilizante foliar y fitorreguladores, en ella se nota que no son decrecientemente continuos los números obtenidos, esto nos muestra a los tratamientos económicamente mas aceptables que son el 9,8 y 4. El tratamiento No. 6, no obstante su mayor producción por Hectárea, no fué mas costeable que el que le sigue en orden decreciente en producción, esto a causa del gasto que implicó la aplicación de las substancias en cuestión que fué mas elevado en este tratamiento 6. En esta columna no se toma en cuenta a los demas factores que influyeron en la producción.

En la columna No. 11 Sí se toman en cuenta todos los factores que se manejaron en la producción, incluyendo los de la anterior columna, aquí sí se ve el resultado con el orden decreciente económico de los tratamientos, tal como lo fueron en la producción. A fin de cuentas esta columna es la mas importante y en élla el tratamiento No. 9 es el del mejor resultado económico.

## IX.- C O N C L U S I O N E S .

- 9.1.- El tratamiento No. 9 fué el que respondió con mayor eficacia a la aplicación de fitorreguladores, en él se empleó ERGOSTIM en 3 aplicaciones con dosis de 200 cc/Ha a partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada. Su rendimiento fué de 2,662 Kg por Hectárea.
- 9.2.- En relación al rendimiento promedio regional, que es de 600 Kg/Ha, el rendimiento del tratamiento No. 1 que se utilizó como testigo, en el que no se utilizó fertilizante foliar ni fitorregulador, puede considerarse como aceptable, ya que su producción con respecto al regional fué más del doble por Hectárea.
- 9.3.- La costeabilidad de usar estas substancias en el cultivo del frijol, manifestada en este trabajo, puede considerarse como aceptable. La óptima, del tratamiento No. 9 y la que le sigue en orden decreciente, el tratamiento No. 8, dan como resultado \$ 1,035.00 y \$ 987.20 por cada \$ 100.00 de inversión respectivamente en este cultivo.

orden decreciente, el tratamiento No. 8 dan como resultado ==  
\$ 1,035.00 y \$ 987.20 con cada \$100.00 de inversión en este ==  
cultivo.

## X.- RECOMENDACIONES.

- 10.1.- Los resultados anteriores confirman la costeabilidad del cultivo del frijol en el presente trabajo. Ello abre camino para == que sea considerado por los productores, como alternativa en == una rotación de cultivos o explotación mas intensiva, dentro de una agricultura regional con tendencia a la tecnificación.
- 10.2.- Informar el resultado del trabajo a SARH ya que podría ser tomado en cuenta en los programas agrícolas que ahí se manejan, así como a otras instituciones relacionadas con la producción del== campo.
- 10.3.- Se cuenta con material para difundir este tipo de investigación entre los productores regionales, con el fin de motivarlos en su trabajo y se esfuercen con gusto por ser mejores agricultores.
- 10.4.- Este resultado favorable obtenido da lugar a seguir investigando este tipo de substancias en el mismo cultivo y región, ello para si se hacen probables las recomendaciones, tener bases == aún mas firmes.
- 10.5.- La dosis a recomendar a los productores, salvo otros resultados sería la siguiente: 3 aplicaciones de 200 cc/Ha de ERGOSTIM a== partir de la aparición de la tercera hoja trifoliada, simultánea la aplicación de fertilizante foliar.

## XI.- RESUMEN.

En el Municipio de Cuquío, Jalisco, se realizó un experimento == crítico de agrupación simple, en el que se pretendió probar la hipóte\_ sis acerca de la efectividad de diferentes dosis sustancias fitorre\_ guladoras; una de ellas el ACTIVOL que contiene el  $AG_3$  (ácido giberé\_ lico) que es una hormona vegetal natural, la otra fué el ERGOSTIM que contiene a la Folcisteína (FOP) como principal sustancia bio reactiva y es considerada como un bioestimulante sintético. El cultivo == donde se aplicaron fue el del Fríjol (*Phaseolus vulgaris*) que es un alimento básico, además de poder incluirse en rotaciones de cultivos para un adecuado manejo de los suelos de la región.

El experimento se desarrolló durante el ciclo primavera-verano de 1984. Consistió en un arreglo de Bloques Completos al Azar de == 4 repeticiones y 10 tratamientos de los cuales uno se anuló por haber se siniestrado.

Los resultados se analizaron y fueron los siguientes: es signifi\_ cativa la aplicación de tales sustancias al haberse aplicado simul\_ táneamente con fertilizante foliar, que por sí solo resultó también == ser significativo. Dentro del grupo de medias significativas, resul\_ tó ser la de mayor rendimiento la del tratamiento No. 9 el cual con\_ sistió de 3 aplicaciones de Ergostim de 200 cc/Ha y fertilización fo\_ liar a razón de 2 l/Ha. La del tratamiento No. 5 se exceptúa de lo anterior; en élla se excedió la dosis recomendada de  $AG_3$  y resultó no ser significativa.

Los beneficios económicos del rendimiento se analizaron con ~~===~~ costos de insumos y precios de garantía de marzo de 1986 y fueron los siguientes: la dosis óptima da como utilidad \$ 1,526.4 cada \$ 100.00 de inversión en el fitorregulador. Esta misma dosis da una utilidad de \$ 1,035.00 cada \$ 100.00 de inversión en el cultivo total del frijol.

Las recomendaciones principales son: se promueva el cultivo del frijol en la región, ya que los anteriores resultados dan evidencia de su relativa costeabilidad, además del efecto que esto traería sobre el manejo de la fertilidad de los suelos. Se siga investigando este tipo de substancias y se promueva la investigación agrícola regional en un sentido mas amplio.

## XII.- B I B L I O G R A F I A.

- 1.- Anónimo. Informaciones Técnicas. ICI de México, S. A. México, D. F., 1983.
- 2.- Bidwell, R. G. S. Fisiología Vegetal. Trad. Cano y Cano G. G., Rojas G. M. (del Inglés Plant Physiology, 2a. Ed. Macmillan Publishing Co. Inc., 1977). 1a. Ed. Español A. G. T. Editor. == México, D. F., 1983.
- 3.- Brachet, J. Chemical Embriology. Interscience. New York, 1950.
- 4.- Brachet, J. Nature, 1959; 184, 1074.
- 5.- Ceapoiu, N.; Oeriu, S.; Calniceanu, P.; Cosmin, O.; Draghici, I. Eustatiu, N.; Ionescu, I.; Oeriu, I.; Popa, Gh.; Varga, P.; == Vranceanu, V.: Conf. Nat. Fiziol. Veget. Anim., 9-11 oct. 1967. Rezumate, 16, 16.
- 6.- Cremona, T.; Edna Kearney, J.; Biol. Chem. 1965; 240, 3645.
- 7.- Chirilei, H.; Oeriu, S.; Dorobantu, M.; Curticapeanu, C.; Oeriu, I.: St. Cerc. Biochim, 1968; 11, 27.
- 8.- Davidescu, D.; Oeriu, S.: Conf. Nat. Fiziol. Anim. Veget., 9-11 oct. 1967. Bucuresti, Rezumate, 1967; 22, 20.

- 9.- Gostinchar, J. Reguladores de Crecimiento. Association de Coordination Technique Agricola (ACTA). Tratados de Especialización Agricola. Trad. del Francés por Castells, R. 1a. Ed. en Español. Oikos Tau, S. A. Barcelona España, 1973.
- 10.- Jacob, S. H.; Jandl, H. J.: Biol Chem., 1966; 250, 4243.
- 11.- Meier, I.; Oeriu, S.: Conf. Nat. Fiziol. Veget. Anim., 9-11 oct. 1967. Bucuresti, Rezumate, 1967; 55, 48.
- 12.- Manescu, B.; Oeriu, S.: Conf. Nat. Fiziol. Veget. Anim., 9-11 oct. 1967. Bucuresti, Rezumate, 1967; 53, 46.
- 13.- Oeriu, S.: Rev. Roum Biochim, 1969; 6, 249.
- 14.- Oeriu, S.; Alexandrescu, N.; Nicolaescu, N.; Dronca, I.; Marcu - laescu, M.; Bleotu, C.; Oeriu, I.: Rev. Roum. Biol., 1969; 14,== 399.
- 15.- Oeriu, S.; Bacsis, Gh.: Conf. Nat. Fiziol. Veget. Anim., 9-11 oct. 1967. Bucuresti, Rezumate, 1967; 69, 61.
- 16.- Oeriu, S.; Cojocaru: Cert. Biochim. 1968; 11, 5.
- 17.- Oeriu, S.; Gorodea, G.; Conf. Nat. Fiziol. Veget. Anim., 9-11 oct. 1967. Bucuresti, Rezumate, 1967; 73, 63.

- 18.- Deriu, S.; Manescu, B.: St. Cerc. Biochim. 1970; 13, 5.
- 19.- Deriu, S.; Deriu, I.; Stătescu, P.; Căniș, P.: Ind. Alim. 1969; 20, 1.
- 20.- Deriu, S.; Vines, M.: Conf. Nat. Fiziol. Veget. Anim. 9-11 oct. 1967. Bucuresti, Rezumate, 1967; 77, 66.
- 21.- Ondarza, N. R. Los Reguladores de las Plantas y los Insectos. 2a. Edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México, D. F. 1980.
- 22.- Primo Y., E.; Carrasco D., J. M. Química Agrícola II. Plaguicidas y Fitorreguladores. 1a. Ed. 1977. Ed. Alhambra, S. A. == Madrid, España, 1980.
- 23.- Parsons D., B. y Colebs. Frijol y Chichero. Manuales para Educación Agropecuaria. Area Producción Vegetal 12. Tercera Reimpresión. Secretaría de Educación Pública/ Trillas. México, D. F. 1983.
- 24.- Rojas G., M.; Rovalo M., M. Fisiología Vegetal Aplicada. 2a. Ed. McGraw-Hill de México, S. A. de C. V. México, D. F., === 1981.
- 25.- Rojas G., M. Manual Teórico-Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. 1a. Edición. Limusa, S. A. México, D. F., 1979.

- 26.- Stern, H.: Science, Fisiología Vegetal, 1956; 123, 1292.
- 27.- Thomson, W. T. Agricultural Chemicals. Book III. Fumigants, Growth Regulators, Repellents and Rodenticides. 1981 Revision. Thomson Publications, Fresno, Ca., U. S. A., 1981.
- 28.- Weaver, R. J. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Traduc. Contin, A. (del Inglés Plant Growth Substances in Agriculture, 1a. Ed. 1972. W. H. Freeman and Company, San Francisco, Ca., E. U. A.), 1a. Reimpresión en Español. Ed. Trillas, S. A. México, D. F., 1980.