



28 300627
2ij

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**EL USO DE NEO-ESTEROIDES (DIOSGENINA), PARA EL
INCREMENTO EN LOS RENDIMIENTOS DE CEREALES Y
OLEAGINOSAS EN MEXICO**

T E S I S

Que para obtener el título de:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P r e s e n t a

MARGARITA AMELIA SANCHEZ PEREZ

DIRECTOR DE TESIS:

F.Q. OHANNES BULBULIAN

MEXICO, D.F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL

	Pág.
I. OBJETIVOS	1
II. INTRODUCCION	2
III. ANTECEDENTES GENERALES	6
1. Producción agrícola actual y sus pronósticos de producción máximos factibles en función de:	6
- Número de hectáreas sembradas	6
- Mecanización actual y técnicas de cultivo	
- Uso de insumos: Fertilizantes, Insecticidas, Plaguicidas, Herbicidas	6
- Uso de semillas mejoradas	6
- Créditos y Mecanismos Financieros	
- Conclusión y pronóstico general de producción	6
2. Demanda actual de Cereales y Oleaginosas, y pronósticos de consumo	18
3. Requerimientos de granos y oleaginosas en función de las necesidades nutricionales actuales y futuras del país	23
4. Requerimientos de nuevos avances tecnológicos en el cultivo de granos y oleaginosas	27
4.1. Disponibilidad de nuevas semillas mejoradas con avances genéticos	27
4.2. Empleo de bacterias fijadoras de nitrógeno	29
4.3. Mayor mecanización de los sistemas de cultivo, mejoras en los sistemas de conservación y abatimiento de mermas y pérdidas	33
4.4. Desarrollo y uso de fitohormonas	39

	Pág.
IV. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FITOHORMONAS	45
1. Composición Química	45
1.1. Generalidades	45
1.2. Estereoquímica	49
1.3. Nomenclatura	51
1.4. Biosíntesis	52
2. Acción de los Neo-Esteroides en el desarrollo biológico de las plantas	56
3. Mecanismos de reacción	57
4. Discusión general de sus aplicaciones en la agricultura	58
5. Diosgenina	60
5.1. Composición química	60
5.2. Antecedentes de su producción vía barbasco (<i>verbascum virgatum</i>)	64
5.3. Limitantes de empleo por toxicidad, -- efectos residuales, afectación biogénica, etc.	65
5.4. Otros usos	66
V. APLICACIONES EXPERIMENTALES DE DIOSGENINA EN: MAIZ, TRIGO, SOYA, SORGO Y FRIJOL:	68
1. Materiales y Método	68
2. Preparación del suelo	68
3. Riego	69
4. Aplicación de Fitohormonas	69
5. Siembra	69
6. Fertilización	70
7. Labores de Cultivo	70
8. Hipótesis	72
9. Observaciones	72
10. Cosecha	73
11. Resultados y Análisis de Resultados	74
12. Discusión de Resultados	80

	Pág.
VI. METODOS DE EVALUACION EN APLICACIONES EXPERI-- MENTALES	85
1. Métodos Biológicos	85
1.1. Método de Wright por corte de coleópti los tiernos y completos de semillas -- germinadas, haciéndolas flotar en solu ción acuosa para el testigo y solución acuosa de Diosgenina, midiendo su lon gitud antes y después del tratamiento	85
1.2. Método de Weaver por sumersión de capu llos después de la floración en solu-- ciones de Diosgenina y agua, registran do los aumentos de tamaño del fruto	89
1.3. Método de Jones, Metcalfe y Sexton, -- por germinación de semillas en superfi cies de Agar simple y que contengan -- Diosgenina, estudiando el crecimiento_ de las raíces	93
2. Métodos Físicos	98
2.1. Medición longitudinal de altura de las plantas	99
2.2. Medición longitudinal de las raíces de las plantas	100
2.3. Medición del peso de granos, paja, vai nas y/o panoja	102
2.4. Número de hileras o vainas y granos -- por planta	104
2.5. Tiempo de maduración	106
VII. EVALUACION DE RESULTADOS	108
VIII. FACTIBILIDAD TECNICA-ECONOMICA DE SU APLICACION MASIVA PARA EL CULTIVO DE GRANOS Y OLEAGINOSAS	111
1. Costo de aplicación de Diosgenina, frente a los ingresos adicionales por incrementos de producción	111

2.	Costos de aplicación de Diosgenina, frente a la disminución de riesgos al abatir el ciclo vegetativo, eliminándose un alto porcentaje de mermas en producción por heladas, granizo o falta de agua durante los ciclos vegetativos largos	113
3.	Costo de aplicación de Diosgenina, frente a la posibilidad de incrementar el número de siembras por año, por abatimiento de los ciclos vegetativos	115
4.	Costos de aplicación de Diosgenina, frente a la eliminación o abatimiento de importaciones de granos (cereales y oleaginosas); es decir: evitar salida de divisas	117
5.	Costo de aplicación de Diosgenina, frente al abatimiento de la inflación de la Canasta Básica de Productos Alimenticios, por sostenimiento de precios de garantía de cereales y oleaginosas, al reducir los costos de producción por tonelada, por incrementos de la eficiencia agrícola con el uso de la Diosgenina	123
IX.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
X.	BIBLIOGRAFIA	131

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No. 1 Pronóstico de producción/demanda de productos agrícolas.	12
Cuadro No. 2 Producción pronosticada de maíz.	13
Cuadro No. 3 Producción pronosticada de trigo.	14
Cuadro No. 4 Producción pronosticada de sorgo.	15
Cuadro No. 5 Producción pronosticada de soya.	16
Cuadro No. 6 Producción pronosticada de frijol.	17
Cuadro No. 7 Costo por unidad proteica.	21
Cuadro No. 8 Consumo per-cápita de oleaginosas y cereales.	22
Cuadro No. 9 Necesidades nutricionales mínimas por número de habitantes.	24
Cuadro No. 10 Producción agrícola nacional de cereales y oleaginosas.	25
Cuadro No. 11 Análisis de resultados obtenidos en el ensayo de rendimiento del maíz.	75
Cuadro No. 12 Análisis de resultados obtenidos en el ensayo de rendimiento del trigo.	76
Cuadro No. 13 Análisis de resultados obtenidos en el ensayo de rendimiento de soya.	77

Cuadro No. 14 Análisis de resultados obtenidos en el ensayo de rendimiento de sorgo.	78
Cuadro No. 15 Análisis de resultados obtenidos en el ensayo de rendimiento de frijol.	79
Cuadro No. 16 Mermas de producción agrícola.	114

I. OBJETIVOS

OBJETIVOS INMEDIATOS:

- Plantear la problemática de producción agrícola -- existente en México.
- Analizar los requerimientos de cereales y oleaginosas actuales y futuros del país.
- Proponer la aplicación de Diosgenina como método - práctico y factible para incrementar la producción agrícola.

OBJETIVOS SECUNDARIOS:

- Proponer una disminución de los ciclos vegetativos para incrementar el número de siembras por año.
- Proponer el abatimiento de costos en el sector - - agrícola por incrementos en la eficiencia de producción.

II. INTRODUCCION

Uno de los factores básicos para el desarrollo de un país, consiste en lograr una adecuada alimentación de sus habitantes. En México dicha alimentación se basa fundamentalmente en la ingesta de granos, tales como: maíz, trigo y frijol principalmente y los derivados básicos del proceso de las semillas oleaginosas para la obtención de grasas y aceites, como la soya.

Las limitaciones geográficas de las tierras de cultivo, la falta de infraestructura para el riego, temporales inseguros, la erosión actual de la mayoría de las tierras de cultivo, la falta de fertilizantes, insecticidas y herbicidas para el control biológico de plagas, el poco desarrollo de equipo para siembra y cultivo intensivo, así como sistemas de almacenaje y preservación postcosecha, nos ponen de manifiesto el atraso tecnológico de México en los renglones de producción de granos básicos, además la actual política económica de apertura de fronteras para las libres importaciones obliga a que la producción agrícola de origen nacional de cereales y oleaginosas entren en competencia en calidad y precio con los productos agrícolas del mercado mundial para poderse comercializar.

Es por todo lo anterior que tenemos que concluir la

necesidad imperiosa de desarrollar nuevas técnicas y avances tecnológicos que nos permitan:

- Incrementar la producción de cereales y oleaginosas, sin disponer de nuevas tierras de cultivo, ni cambios estructurales en los regímenes de tenencia de la tierra, ni mayor cantidad de agua de riego, incrementar los rendimientos de cereales y oleaginosas por hectárea sembrada mediante avances genéticos en semillas mejoradas, y la aplicación de fito-hormonas como el método más práctico y factible para incrementar la producción por hectárea sembrada, reducción de los ciclos vegetativos de las plantas, con lo cual se disminuyen los riesgos por sequía, heladas, granizo, etc.
- Desarrollo urgente de silos mecanizados con tecnologías modernas de conservación que permita conservar la calidad original de las proteínas vegetales originales.
- Aplicación de neo-esteroides como un método para elevar el contenido y la calidad de las proteínas en cereales y oleaginosas; además de incrementos en los rendimientos y la reducción de los ciclos vegetativos.

- Desarrollo urgente de tecnologías alimentarias para enriquecer los contenidos protéicos de los derivados de cereales y oleaginosas que ingiere la mayoría del pueblo de México, mediante adición de aminoácidos -- sintéticos esenciales, proteínas unicelulares, pas--tas de oleaginosas, etc.

- Desarrollo de tecnologías de fermentación y bio-ingeniería para producir en forma económica e industrial proteína en niveles de toneladas por hora, a fin de supli_r los requerimientos de proteína adicionales -- causados por el crecimiento de nuestra población.

Todo lo anterior lleva a determinar que un objetivo_básico del presente trabajo, debe ser la aportación factible de avances tecnológicos en la medida de la aplicación_de los conocimientos de los estudios profesionales que nos ha proporcionado la carrera de químico-farmacobiólogo en la Universidad La Salle para incrementar los rendimientos_en la producción de granos en nuestro país, el incremento_del contenido de la proteína originalmente contenida en -- las variedades de las semillas anteriormente empleadas para siembra, el incremento en su valor biológico y el abati_miento del ciclo vegetativo de las plantas, para disminuir los riesgos en la producción agrícola de nuestro país.

Para lograr estos objetivos se planteó el uso de fito-hormonas en la producción de maíz, trigo, sorgo, soya y frijol.

Los ensayos preliminares de un gran grupo de fito-hormonas tales como el ácido giberélico, y los neo-esteroides fundamentalmente la diosgenina en bruto de la extracción del barbasco mexicano indujo a seleccionar este último producto como el método más económico y práctico para lograr los objetivos anteriormente señalados.

La justificación más importante de esta tesis profesional es la posibilidad de lograr abatir a corto plazo -- los faltantes actuales de cereales y oleaginosas y reducir nuestro déficit de moneda extranjera al abatir la salida de divisas en este renglón, pero sobre todo como un método económico y factible para incrementar en órdenes del 25% el contenido de proteína original de los cereales y oleaginosas con que se alimenta la mayoría del pueblo de México, incrementándose el valor biológico original de dichas proteínas con lo que se pretende una aportación para disminuir la desnutrición del pueblo de México y apoyar la consolidación del recurso más importante de este país, "EL RECURSO HUMANO".

III. ANTECEDENTES GENERALES

1. PRODUCCION AGRICOLA ACTUAL Y SUS PRONOSTICOS DE PRODUCCION MAXIMOS FACTIBLES EN FUNCION DE:
 - Número de hectáreas sembradas
 - Mecanización actual y técnicas de cultivo
 - Uso de insumos: . Fertilizantes
 - . Insecticidas
 - . Plaguicidas
 - . Herbicidas
 - Uso de semillas mejoradas
 - Créditos y mecanismos financieros
 - Conclusión y pronóstico general de producción.

La producción agrícola actual está basada en el número de hectáreas sembradas fundamentalmente, es decir, que para incrementar la producción agrícola se tendrían que incrementar el número de hectáreas sembradas; sin embargo, - el número de hectáreas sembradas en México es ya una limitante debido a que más del 80% de la superficie del territorio nacional son montañas de difícil acceso, tierras erosionadas de origen volcánico con altos contenidos de metales y pH o muy ácidos o muy alcalinos, lo que hace imposible incrementar en forma notable la producción para la demanda futura con sólo pensar con el aumento de hectáreas - cultivables.

El país a partir de 1940 inició procesos de mecanización y nuevas técnicas de cultivo como un paso definitivo para incrementar la producción agrícola y efectivamente a partir de la década de los 50's se logró incrementar los rendimientos promedio de 800 kilos/hectárea a 1,200 kg/hectárea, mediante sistemas de riego, maquinaria para siembra, arados para berbechos y subsoleo profundo, cosechadoras, etc. Sin embargo, las inversiones que esto requirió fueron muy grandes ya que la construcción de presas en el país además de tener limitantes geográficas que las faciliten como cañadas y montañas pilares, dispone de pocos ríos, la precipitación pluvial en el altiplano para recogerse en caídas de agua es menor a los 150 mm/año, de donde concluimos que la mayoría de las presas del país con inversiones mayores a los 450 mil millones de pesos cada una, sólo benefician en promedio a no más de 100 mil hectáreas.

A partir de la década de los 60's y basada en el desarrollo petroquímico del país se inició la producción masiva de fertilizantes sintéticos como amoníaco, fosfato de amonio, fosfatos dobles de Amonio y Calcio, cloruro de Potasio, etc., así como insecticidas genéricos tales como paration, malatión, y algunos plaguicidas y herbicidas que se empezaron a aplicar en las zonas agrícolas del país con los consiguientes incrementos de producción sobre todo en áreas de

riego en donde se empezaron a cosechar volúmenes de más de 4 ton/ha en maíz, 2.5 ton/ha. en trigo, 1.8 ton/ha. en sorgo, como ejemplo que levantaron los rendimientos promedio nacionales a 1,480 kg/ha., sin embargo debido a que la mayor zona de producción es temporalera, y en desniveles de terrenos, en las épocas de lluvia el fertilizante se disuelve y se lava y escurre a zonas más bajas o al mar, lo que no hace disponible a los nutrientes mayores (N, P y K) durante todo el ciclo vegetativo de la planta y en su balance de materiales metabólicos, lo cual inhibió mayores rendimientos.

El éxito inicial que se tuvo para combatir las plagas de insectos y roedores sobre los cultivos nacionales - al emplear los insecticidas sintéticos petroquímicos así como plaguicidas y herbicidas, lo cual eliminó un buen porcentaje de las mermas y pérdidas de los granos y oleaginosas en la planta, independientemente de sus altos costos se usan en forma muy limitante debido a los altos contenidos residuales de éstos productos en los alimentos que producen toxicidad y enfermedades a los seres vivientes, ya que en su mayoría son compuestos fundamentados en anillos benzénicos o antrazénicos que han demostrado ser carcinogénicos.

Por último en la década de los 70's se dió un paso

más en los incrementos de la productividad agrícola al iniciarse y desarrollarse el uso de semillas mejoradas como - las que en un principio sólo fueron seleccionadas por sus - mayores índices de germinación, peso específico de las se - millas y contenidos de carbohidratos, empleando métodos ff - sicos para su selección, lo que incrementó en forma intere - sante pero no suficiente la germinación de las semillas -- sembradas, lo que incrementó la población de plantas/ha, - pero posteriormente ante la creación de los centros de in - vestigación biogenética en semillas tales como el Centro - de Investigación Agrícola del Noroeste (CIANO), el Centro - de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Norte (CIAPAN), - generaron variedades de semillas mejoradas genéticamente - incrementándose en forma notable los rendimientos unita - rios por planta, resistencia por sí misma al desarrollo de infecciones microbiológicas e inclusive el desarrollo de - tallos chaparros y fuertes con lo que se incrementó la re - sistencia al acamado de los cultivos por efectos del vien - to.

Estos programas son los que reportaron los mayores - incrementos de producción agrícola ya que en trigo por -- ejemplo, se han llegado a producir hasta 8.1 ton/ha. de -- trigo en algunas áreas, lo que ha permitido mantener en -- México desde 1981 los Campeonatos Mundiales de Producción Agrícola en México e inclusive el otorgamiento del Premio

Nobel Agrícola al Dr. Bourlang, por su aportación al desarrollo biogenético de nuevas variedades de semillas de trigo, lo cual permitió que el nivel promedio de rendimiento nacional de trigo en México sea de 4.62 ton/ha, cifra superior en más de 500 Kg/ha a los rendimientos promedio de -- Los países agrícolamente considerados desarrollados como -- E.U.A. y Canadá.

Desgraciadamente, estos avances biogenéticos sólo se han desarrollado en trigo, por lo cual no se observan efectos similares en otros cultivos básicos del país como son maíz, sorgo, frijol y demás oleaginosas.

Finalmente el desarrollo de sistemas crediticios y - mecanismos financieros que permiten apoyar mediante créditos blandos (con intereses bajos) a los productores agrícolas para que compren y siembren a tiempo semillas cuando menos seleccionadas físicamente que permite calificarlas como mejoradas, adquisición y aplicación de fertilizante, obtención de maquinaria agrícola que se requiera para realizar las labores del campo y el uso de insecticidas y ahora el control biológico mediante fumigaciones e inoculación con otro tipo de insectos que permite la eliminación de plagas que disminuyen la producción agrícola.

Debido a la escasez de recursos con los que México - cuenta se manifiesta que sólo se otorga no más del 22% del crédito que la agricultura requiere, lo cual ha generado - otra limitante más al incremento de nuestra productividad_ agrícola.

Como conclusión se comenta que tal como se ha esta-- blecido en forma genérica en este capítulo, nuestro país - tiene limitantes muy serias tanto de recursos económicos - como de disponibilidad de insumos y desarrollos tecnológi-- cos biogénéticos que permite predecir que los incremen-- tos de producción agrícola en México serán lentos y ----- menores a nuestro incremento de población, lo cual presaa-- gia problemas aún mayores de desnutrición y hambre de no - invertirse esta tendencia. (12) (37)

CUADRO No. 1

PRONOSTICO DE PRODUCCION/DEMANDA DE PRODUCTOS AGRICOLAS
AÑO 1989

(Cifras acumuladas al mes de julio)

Producto	Producción (Tons.)	Demanda (Tons.)	Déficit (Tons.)
Maíz	9,602,930	16,801,000	7,198,070
Trigo	4,046,864	4,854,000	807,136
Soya	822,042	2,460,000	1,637,958
Sorgo	3,080,444	11,661,000	8,580,556
Frijol	291,576	1,638,000	1,346,424

Fuente: INEGI (21)

Información Agropecuaria y Forestal SARH (22)

CUADRO No. 2

PRODUCCION PRONOSTICADA DE MAIZ

Año	Superficie Sembrada (Ha.)	Requerimiento Promedio (Ton/Ha)	Producción Total (Ton)
1986	7,038,000	1.783	12,548,000
1987	7,731,000	1.581	12,218,000
1988	7,892,000	1.355	10,692,000
1989	7,909,000	1.607	12,707,000
1990	8,014,000	1.595	12,781,127
1991	8,062,765	1.593	12,839,168
1992	8,410,000	1.648	13,861,000
1993	8,445,000	1.572	13,270,954
1994	8,478,000	1.911	14,143,000
1995	8,650,000	1.971	14,883,000
2000	8,825,000	2.059	15,863,000

Fuente: INEGI (20) (21)

Infomación Agropecuaria y Forestal SARH (22)

CUADRO No. 3

PRODUCCION PRONOSTICADA DE TRIGO

Año	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento Promedio (Ton/Ha)	Producción Total (Ton)
1986	967,888	4.389	4,247,953
1987	916,607	4.013	3,677,900
1988	919,152	3.730	3,428,182
1989	944,310	4.286	4,046,864
1990	950,000	4.882	4,643,743
1991	1,075,000	4.875	5,240,625
1992	1,122,000	4.950	5,553,900
1993	1,205,000	4.975	5,994,875
1994	1,235,000	4.825	5,958,875
1995	1,315,000	4.715	6,200,025
2000	1,452,000	5.365	7,789,980

Fuente: INEGI (20) (21)

Información Agropecuaria y Forestal SARH (22)

CUADRO No. 4

PRODUCCION PRONOSTICADA DE SORGO

Año	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento Promedio (Ton/Ha)	Producción Total (Ton)
1986	1,046,000	3.913	4,093,297
1987	964,693	4.036	3,892,973
1988	1,116,548	2.798	3,123,048
1989	1,176,000	2.714	3,191,250
1990	1,227,000	2.686	3,295,312
1991	1,218,000	2.741	3,337,725
1992	1,227,500	2.841	3,486,250
1993	1,225,000	2.715	3,325,000
1994	1,236,000	2.715	3,355,125
1995	1,227,500	2.762	3,390,250
2000	1,241,000	2.814	3,492,000

Fuente: INEGI (20) (21)

Información Agropecuaria y Forestal SARH (22)

CUADRO N o. 5

PRODUCCION PRONOSTICADA DE SOYA

Año	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento Promedio (Ton/Ha)	Producción Total (Ton)
1986	482,000	1.951	940,395
1987	464,271	1.780	826,181
1988	493,787	1.602	791,481
1989	447,174	1.838	822,042
1990	447,000	1.853	828,500
1991	447,700	1.865	835,000
1992	472,000	1.902	898,000
1993	462,000	1.925	889,350
1994	467,000	1.929	900,950
1995	471,000	1.951	919,000
2000	461,000	1.951	899,500

Fuente: INEGI (20) (21)

Información Agropecuaria y Forestal SARH (22)

CUADRO No. 6

PRODUCCION PRONOSTICADA DE FRIJOL

Año	Superficie Sembrada (Ha)	Rendimiento Promedio (Ton/Ha)	Producción Total (Ton)
1986	1,885,865	0.422	795,294
1987	1,985,000	0.413	819,619
1988	1,989,287	0.434	864,261
1989	1,931,576	0.452	873,824
1990	1,925,000	0.488	941,000
1991	2,170,000	0.500	1,085,000
1992	2,362,000	0.511	1,207,000
1993	2,290,000	0.532	1,218,500
1994	2,189,000	0.563	1,232,500
1995	2,211,000	0.577	1,276,000
2000	2,205,000	0.598	1,318,750

Fuente: INEGI (20) (21)

Información Agropecuaria y Forestal SARH (22)

2. DEMANDA ACTUAL DE CEREALES Y OLEAGINOSAS Y PRONOSTICOS DE CONSUMO

La demanda de cereales y oleaginosas se calcula en función del consumo per cápita de los principales productos que conforman la canasta básica de alimentos que demanda la población mexicana, por ejemplo: huevo, leche, maíz y derivados, trigo y derivados, arroz, frijol, etc.; dichos consumos se corrigen mediante coeficientes de sensibilidad que determinan la elasticidad del consumo en relación al poder de compra de la población. (Entre mayor es el poder de compra per cápita, mayor es el consumo de carne, huevos, leche, pescado, etc., conforme disminuye el poder de compra de la población se disminuye el consumo de proteínas de origen animal aumentándose considerablemente el consumo de granos); de donde los consumos per cápita -- proyectados a futuro y en función del incremento de la población tienen que ser corregidos por estos coeficientes de sensibilidad debidos a la disminución del poder de compra de la mayoría de la población y, sobre todo, a la crisis económica en la que se encontrará sumido nuestro país en los próximos años (ya que la inflación es mayor que el crecimiento de los salarios).

Otro factor que se debe tomar en cuenta son los cam-

bios en el patrón de consumo influenciados en forma natural por el grado de cultura de la población; de esta forma se determina que existe una correlación entre el nivel educativo y el patrón de consumo lo cual determina otro coeficiente de corrección a los consumos per cápita.

Finalmente se demostrará que existe una intercambiabilidad de productos en sus consumos en función directa -- del costo por unidad protéica, razón por la cual en un momento dado, cuando el costo por unidad protéica de trigo pudiera estar más barato que la unidad protéica en sorgo, sin lugar a duda los avicultores, porcicultores y ganaderos emplearán alimentos balanceados y forrajes con base en trigo. Por ejemplo:

Supongamos que:

Sorgo:	Precio de Garantía	\$ 320,000/Ton.
	% de proteína	8.00

$$\therefore \text{Costo/Unidad protéica} = \frac{\$320,000}{8.00} = \$40,000/\text{unidad}$$

Trigo:	Precio de Garantía	\$ 395,000/Ton.
	% de proteína	14.00

$$\therefore \text{Costo/Unidad protéica} = \frac{\$395,000}{14.00} = \$28,214/\text{unidad}$$

A continuación se muestra un análisis técnico de los costos/unidad protéica, con base en las variaciones de sus precios unitarios respecto a sus contenidos protéicos, su asimilación expresada en % (PER, respecto al patrón caseína tomado como 100% asimilable), y sus precios actuales.

CUADRO No. 7

COSTO POR UNIDAD PROTEICA.

(\$ Garantía x $\frac{\text{Ton. grano}}{\text{Ton. carne}}$)

PRODUCTO	% PROTEINA	\$ GARANTIA 1989	Eficiencia de Asimila ción % (Per/casina)	Tons.de grano * Tons.de carne	Costo del ali mento por ton de carne pro ducida	Costo real por unidad proteica asimilada
Maíz	9.0	435,490	30.5	7.18	3,126,818.20	158,648.5
Trigo Duro	14.0	395,000	32.0	4.39	1,734,050.00	88,169.6
Trigo Blando	11.5	395,000	31.5	5.43	2,144,850.00	109,040.7
Sorgo	8.2	320,000	28.3	8.48	2,713,600.00	137,895.4
Soya	34.9	986,000	29.8	1.21	1,193,060.00	94,805.9
Frijol	21.5	923,945	29.8	1.09	1,007,100.05	144,201.7

$$\left(\frac{\$ \text{Garantía}}{\% \text{Prot}} + \frac{\text{Efic. Asim.}}{100} \right)$$

* Grano sin formular con metionina, lisina, harina de pescado, etc.

Fuente: Situación del trigo como materia prima industrial en México (39).
Situación General del Maíz como materia prima industrial en México (40).

Como consecuencia lógica de todo lo demostrado, se concluye que conforme se incrementen los conocimientos, - informaciones, etc. de los contenidos protéicos de cada grano, es evidente que se incrementará la sensibilidad de intercambios en el consumo de dichos productos, de tal forma que necesariamente para pronosticar a largo plazo se deben sumar, además, los consumos per cápita de todos los granos como consumo directo e indirecto y sus proyecciones en función del cambio de patrón de consumo de estos alimentos no perecederos por los perecederos (carne, huevos, leche, fruta, verdura, etc.), en relación a las variaciones del poder de compra (ingresos per cápita), de la manera siguiente:

CUADRO No. 8

CONSUMO PER CAPITA DE OLEAGINOSAS Y CEREALES

(Datos en Gramos/Día)

Años	Ingesta Directa	Ingesta Indirecta *	Ingesta Total
1975	541.1	321.0	862.0
1976	552.7	329.7	882.4
1977	563.0	339.4	902.4
1978	570.9	355.7	926.6
1979	571.9	367.0	938.9
1980	572.8	378.0	950.8
1981	571.5	390.0	961.5
1982	570.8	403.0	973.8
1983	540.5	454.3	994.8
1990	530.5	582.6	1,113.1
1995	520.0	685.0	1,205.0
2000	515.5	720.0	1,235.5

* Ingesta indirecta como sorgo, vía huevo, carne y leche, oleaginosas vía aceite comercial.

Nota:

Metabólicamente, por los factores limitantes tales como: contenido de fibra, bases púricas, pirimidicas, factores de anticrecimiento, factores antitripticos, etc., - se considera que el precio máximo de ingesta directa de cereales y leguminosas, sin que causen problemas de metiorismo, etc., es del orden de 1,250 gr/día.

Fuente: Situación del trigo como materia prima industrial en México (39).

Situación general del maíz como materia prima industrial en México (40).

3. REQUERIMIENTOS DE GRANOS Y OLEAGINOSAS EN FUNCION DE LAS NECESIDADES NUTRICIONALES ACTUALES Y FUTURAS DEL PAIS

De acuerdo a la tradición de consumo de alimentos del país, la dieta ideal del mexicano abarcaría 450 gr/día de maíz, 150 gr/día de arroz, 150 gr/día de frijol, 100 gr/día de trigo, 150 gr/día de carne, 100 gr/día de huevo y 70 gr/día de leche y derivados, lo cual suma un total de 1,070 gr/día de alimentos que multiplicados por el número de habitantes existentes y proyectados a futuro, da como resultado las toneladas de alimentos que se necesitan para satisfacer las necesidades nutricionales mínimas de México, arrojando como resultado los datos siguientes:

CUADRO No. 9

NECESIDADES NUTRICIONALES MINIMAS POR NUMERO DE
HABITANTES

Año	No.de hab. (M.M.)	Gr.de ali mento mín.	Días	Tons.anuales mínimas necesarias de alimentos
1986	80,000	x 1.070	x 365	= 31,244,000
1987	82,300	x 1.070	x 365	= 32,142,265
1988	84,600	x 1.070	x 365	= 33,040,530
1989	86,900	x 1.070	x 365	= 33,938,795
1990	89,200	x 1.070	x 365	= 34,837,060
1995	100,700	x 1.070	x 365	= 39,328,385
2000	112,200	x 1.070	x 365	= 43,819,710

Como se puede observar, a medida que pasa el tiempo la población se incrementa en un 1.5% anual junto con las toneladas de alimento necesarias para cubrir sus necesidades básicas de nutrición las cuales aumentan en un 2.7% anual en promedio aproximadamente.

En lo referente a granos, la producción agrícola nacional mostraría los siguientes datos:

PRODUCCION AGRICOLA NACIONAL DE CEREALES Y OLEAGINOSAS.

M A I Z

Año	No.Hab. (M.M.)	Gr.mín. de MAIZ	Días	Ton.anuales mín.necesar.	Producción nacional	Déficit
1986	80,000	x 450	x 365	= 13,140,000	12,481,127	658,873
1987	82,300	x 450	x 365	= 13,517,775	12,739,168	778,607
1988	84,600	x 450	x 365	= 13,895,550	13,861,000	34,500
1989	86,900	x 450	x 365	= 14,273,325	13,270,954	1,002,371
1990	89,200	x 450	x 365	= 14,651,100	14,143,000	508,100
1995	100,700	x 450	x 365	= 16,539,975	14,883,000	1,656,975
2000	112,200	x 450	x 365	= 18,428,850	15,863,000	2,565,850

F R I J O L

Año	No. Hab. (M.M.)	Gr.mín. de FRIJOL	Días	Ton.anuales mín.necesar.	Producción nacional	Déficit
1986	80,000	x 150	x 365	= 4,380,000	1,085,040	3,294,960
1987	82,300	x 150	x 365	= 4,505,925	1,207,500	3,298,425
1988	84,600	x 150	x 365	= 4,631,850	1,155,000	3,476,850
1989	86,900	x 150	x 365	= 4,757,775	1,218,750	3,539,025
1990	89,200	x 150	x 365	= 4,883,700	1,232,500	3,651,200
1995	100,700	x 150	x 365	= 5,513,325	1,318,625	4,194,700
2000	112,200	x 150	x 365	= 6,142,950	1,374,750	4,768,200

T R I G O

Año	No.Hab. (M.M.)	Gr.mín de TRIGO	Días	Ton.anuales mín.necesar.	Producción nacional	Déficit
1986	80,000	x 100	x 365	= 2,920,000	5,240,625	(2,320,625)
1987	82,300	x 100	x 365	= 3,003,950	5,553,900	(2,450,050)
1988	84,600	x 100	x 365	= 3,087,900	5,994,875	(2,906,975)
1989	86,900	x 100	x 365	= 3,171,850	5,958,875	(2,787,025)
1990	89,200	x 100	x 365	= 3,255,800	6,200,025	(2,944,225)
1995	100,700	x 100	x 365	= 3,675,550	7,732,220	(4,056,670)
2000	112,200	x 100	x 365	= 4,095,300	7,789,980	(3,694,680)

Fuente: Cómo es México (6).

Econotecnia Agrícola (11).

De las tablas anteriores observamos que la producción agrícola nacional será insuficiente en algunos sectores de su producción para cubrir al menos una tercera parte de los requerimientos mínimos necesarios, debido a mermas por la falta de tecnología aplicada a la agricultura para aumentar el rendimiento de las cosechas, transporte y almacenamiento inadecuado, bajos precios de garantía, -intermediarismo y especulación que afectan a los pequeños productores principalmente, ya que la mayoría de las tierras sembradas son de temporal y demás causas que dañan la producción agrícola en general, dando como resultado - un déficit que se deberá cubrir a través de importaciones que debido a la fluctuación del dólar y deuda externa aumentaría la salida de divisas y por consiguiente una mayor inflación debiendo incrementar en demasía los precios del producto terminado. También existe la problemática económica de México, como el aumento de la inflación, que causa la pérdida del poder adquisitivo del mexicano, la mala distribución del ingreso que impide que los alimentos estén al alcance de la mayoría de la población y demás causas expuestas anteriormente y ya que México no cuenta con territorio adecuado para siembra, agua suficiente, sistemas de riego, control de plagas y amplios recursos agrícolas para cubrir la totalidad de la producción demandada, se requiere la implantación de técnicas efectivas que au-

menten el rendimiento por hectárea sembrada y tratar de cubrir la demanda alimenticia y dar expectativas de exportación de granos como una fuente más de ingresos al país. (37)

4. REQUERIMIENTOS DE NUEVOS AVANCES TECNOLOGICOS EN EL CULTIVO DE GRANOS Y OLEAGINOSAS

4.1. DISPONIBILIDAD DE NUEVAS SEMILLAS MEJORADAS CON AVANCES GENETICOS

En México no existen estudios acerca del uso de semillas genéticamente mejoradas, debido al deficiente - - avance tecnológico en este ramo, por lo que únicamente - se han aplicado estos conocimientos en el desarrollo de trigo, cuyas semillas genéticamente fueron desarrolladas en México en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO) y el Centro de Investigaciones Agrícolas de Pacífico Norte (CIAPAN); desarrollando variedades como el Ciano T-79, Imuris T-79, Trigos enanos como la variedad Pima S-77, Glennson, etc.; cuyos productos se - utilizan actualmente en la industria panificadora y elaboración de pastas.

Todas las variedades de trigo que se siembran en - la actualidad se agrupan en cinco grupos dependiendo de -

las características del gluten siguiente:

GRUPO	CARACTERISTICAS DEL GLUTEN	USO INDUSTRIAL
1	Fuerte y elástico.	Industria mecanizada de la panificación y mejorador de trigos suaves.
	Variedades autorizadas para sembrarse desde ciclo 1985/86:	
	Anáhuac, Yécora, Tánori, Pavón, Tesia, Genaro, Chapingo, Celaya, Jupateco, Cajeme F-71, Torim F-73, Sonoyta F-81.	
2	Medio fuerte y elástico.	Industria del pan hecho a mano y mejorador de trigos suaves.
	Variedades autorizadas para siembra desde ciclo 1985/86:	
	Glennson, Nacozari, Seri.	
3	Suave y extensible.	Industria galletera y elaboración de tortillas, burmelos, etc.
	Variedades autorizadas para siembra desde ciclo 1985/86:	
	Delicias, Salamanca, Tesopaco, Abasolo, Maxtaco y Cleopatra VS-74, Tonichi S-81, Tina S-77.	
4	Corto y tenaz.	Industria pastelera y elaboración de donas y galletas.

GRUPO	CARACTERISTICAS DEL GLUTEN	USO INDUSTRIAL
	Variedades autorizadas para siembra desde ciclo 1985-86:	
	Ciano, Ures, Zacatecas, Imuris T-79, Caborca TCL-79, Cananea TCL-79, Genaro 7-81.	
5	Tenaz, corto y cristalino con alto contenido de caroteno (pigmento amarillo)	Industrias de pastas y macarrones.
	Variedades autorizadas para siembra desde ciclo 1985-86:	
	Mexicali, Yavaros C-79.	

Fuente: (39)

4.2. EMPLEO DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO

Considerando que uno de los métodos más rápidos y eficientes para lograr incrementar la producción agrícola es el uso y aplicación de los fertilizantes químicos, y dentro de ellos los denominados NITROGENADOS, son a los que más atención se les ha prestado en el país durante los últimos años, fundamentándose en los notables incrementos de producción de amoníaco anhidro por parte de Petróleos Mexicanos, que llega actualmente a 3.4 millones de toneladas por año, y que Fertimex transforma en nitrato de amonio, urea, sulfato de amonio, que se aplican directamente como fertilizantes sólidos en las áreas de cultivo, e inclusive ha propiciado el uso directo de aqua-

amonía, lo cual ha sostenido la productividad agrícola actual del orden de 27 a 28 millones de toneladas por año - de cereales y oleaginosas, habiéndose observado una tendencia de incrementos en la demanda de fertilizantes nitrogenados del orden del 5.2% anual, lo cual nos da una clara idea de los resultados en los incrementos de productividad agrícola como respuesta al uso y aplicación de los fertilizantes mencionados.

Sin embargo, ante la crisis económica que nos aqueja, el precio de dichos fertilizantes ha tenido incrementos tan grandes que han limitado notablemente su adquisición por parte de los agricultores ya que además del precio en sí, no cuentan con créditos blandos para financiar su adquisición y en su defecto los intereses que privan - actualmente en la Banca los hace tan caros que los ha obligado a un auto-rationamiento en la compra y utilización de los fertilizantes nitrogenados.

Adicionalmente el hecho real de que una de las características de los fertilizantes nitrogenados es su solubilidad, a fin de que con el agua de lluvia o de riego, mediante el fenómeno de ósmosis, dicho fertilizante nitrogenado sea absorbido por las raíces de la planta y a través de su savia, sean transportados a las hojas para que mediante la fotosíntesis se conviertan dichos fertilizan-

tes nitrogenados en aminoácidos que compongan la proteína de la planta. Por tanto, se ha comprobado que en el agua de lluvia y de riego que va a dar a los ríos y al mar, se va un gran porcentaje del fertilizante aplicado por lo - que existen grandes pérdidas en su utilización por este - motivo.

Es por todo lo anterior que mediante la observación y utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno del tipo rhizobium, que existen en forma natural en el suelo, - en simbiosis con las leguminosas (frijol, soya), las cuales se depositan en la raíz, formando nódulos (equivalentes a un quiste de la bacteria con los pelos de la raíz), a través de los cuales la bacteria toma el nitrógeno directamente del aire y al tratar de introducirlo en su - - cuerpo, es absorbido por los pelos de la raíz, haciendo - innecesario el uso y aplicación de los fertilizantes nitrogenados, logrando además que exista la disponibilidad del nitrógeno durante todo el ciclo vegetativo, por lo -- que los rendimientos de producción agrícola son muy superiores a los obtenidos con el uso de fertilizantes nitrogenados sólidos o líquidos (ya que éstos se disuelven en el agua de riego y/o lluvia y se van del suelo, en el momento que más los requieren las plantas sembradas).

Es por lo anterior que actualmente se inoculan las semillas de siembra de frijol, de soya, de lenteja, de haba, etc., con bacterias fijadoras de Nitrógeno (rhizobium) con el fin de que dichas semillas al germinar en sus raíces se formen al máximo factible los nódulos mencionados y de ésta forma obtener el nitrógeno que requieren, sin la aplicación y uso de fertilizantes nitrogenados, los avances anteriores han incentivado la investigación y desarrollo de nuevas cepas de bacterias fijadoras de nitrógeno, mediante los sistemas de clonación de los cromosomas de varios tipos de bacterias con el del rhizobium, generándose así gran variedad de cepas que actualmente se estudian bio-médicamente en el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología y en el Instituto de Estudios sobre Fijación de Nitrógeno en la Ciudad de Cuernavaca, en donde se están inoculando semillas de siembra de maíz, trigo, sorgo y arroz.

De tenerse éxito a corto plazo en estos avances tecnológicos es indudable de que además de incrementarse los rendimientos en la producción agrícola, se abatirían notablemente los costos de producción al evitarse la compra y uso de los fertilizantes nitrogenados, con lo cual con este doble efecto, se contaría con una herramienta real y práctica para combatir la inflación de los granos

básicos, que como todos sabemos forman la parte esencial y mayoritaria de la alimentación del pueblo de México.

Sin embargo, los programas de investigación y desarrollo mencionados, son a largo plazo, ya que según se informó se esperan los primeros resultados prácticos, hasta el año de 1995, por lo que nos inclinamos a considerar, que para apoyar a corto plazo los incrementos de la producción agrícola por aumento en los rendimientos y abatimiento de los siniestros que generalmente existen en todos los ciclos agrícolas en todo el país (sequías, ciclones, inundaciones, etc.), se hace indispensable la aplicación y uso de fitohormonas, tema central de la tesis que aquí planteo. (25)

4.3. MAYOR MECANIZACION DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO, MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE CONSERVACION Y ABATIMIENTO DE MERMAS Y PERDIDAS.

Se ha considerado que la mecanización de los sistemas de cultivo, tales como el uso de tractores, sembradoras, fumigadores, cosechadoras, rastras de disco y de subsoleo, etc., son muy importantes en el incremento de los rendimientos agrícolas, sin embargo en la práctica real, el empleo de todos estos sistemas mecanizados con semillas criollas (no mejoradas e inclusive degeneradas), y con la

posibilidad de que se presenten durante los 6 meses que dura el ciclo vegetativo del maíz y soya, 4 meses del trigo y arroz y durante los 3 meses del ciclo de frijol, falta de lluvias que además de afectar el rendimiento en las zonas de temporal, no exista suficiente agua en las presas, que impida proporcionar el número de riegos requerido durante el ciclo vegetativo de la planta, se observará un abatimiento en los rendimientos de la producción agrícola a pesar de haberse mecanizado el campo.

En forma semejante si durante lo largo de los ciclos agrícolas mencionados se presentan nortes y/o ciclones, que además de la velocidad del viento, traigan consigo excesos de lluvia e inundaciones, se observaría que a pesar de haberse mecanizado la agricultura en el país, se abatirán los rendimientos de producción por estos siniestros.

Por tanto tenemos que concluir que la mecanización del campo apoya las labores propias del mismo, tales como rastreo, subsoleo, formación de barbechos, siembra, fertilización, cosecha mecánica, etc., que evidentemente ahorra trabajo físico, disminuyendo los tiempos en que se realizan éstas labores, como ahorros en costos de producción, pero que evidentemente existen otras variables más directamente relacionadas con los rendimientos agrícolas,

y por tanto básicas para incrementar la producción, tales como disponibilidad de semillas mejoradas para siembra, - uso de fertilizantes fosfatados y de potasio, la inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno, pero sobre todo el uso y empleo de las fitohormonas para abatimiento de - los tiempos del ciclo agrícola de cada semilla que eliminan con ello los riesgos de los siniestros mencionados, - además de aumentar el número de granos, el número de espigas, mazorcas, etc., por cada planta, con incrementos notables en los contenidos proteicos de dichos granos, mayor balance entre el contenido de aminoácidos esenciales, que incremente la eficiencia de asimilación de la proteína y su valor biológico.

Además es un hecho real que la situación inflacionaria que vive el país, ha hecho poner fuera del alcance de la mayor parte de los agricultores, los equipos con que - se pueden mecanizar (el tractor más chico, con rastras vale actualmente \$46.0 millones de pesos), y considerando - los rendimientos que le daría esta inversión en un banco, contra comprar el tractor y correr los riesgos de los siniestros mencionados y no lograr producir lo suficiente - para salir ni siquiera a punto de equilibrio con los costos de compras de semillas, fertilizantes, combustibles - del tractor, mano de obra, etc., es evidente la gran desventaja que tendrá en cualquier análisis económico que se

haga por parte del agricultor para que realice la inversión en la mecanización, frente a otras alternativas de inversión.

Sin embargo, es evidente que durante las dos décadas pasadas el proceso de mecanización de la agricultura nacional y sobre todo los del Noroeste (Sonora y Sinaloa) lograron conjuntamente con el uso de los fertilizantes químicos elevar la producción agrícola de granos y oleaginosas de 20 a 26 millones de toneladas por año.

En cuanto a las mejoras en los sistemas de conservación se hace indispensable efectuar la siguiente definición: "Para que la producción agrícola del país se haga disponible para el consumidor, es necesario e indispensable el uso de almacenes, silos adecuados para su conservación"; es decir, que la gran producción de maíz que se obtiene en el país durante el ciclo Primavera-Verano de alrededor de 12 millones de toneladas y que se cosechan entre el día 2 de Noviembre hasta el 20 de Febrero del año siguiente en todos los Estados de la República Mexicana, se tienen que almacenar, conservar y distribuir para su venta directa y/o transformación en productos derivados durante 12 meses del año, en forma idéntica los 4.5 millones de toneladas de trigo del ciclo Otoño-Invierno que se

cosechan durante los meses de Abril y Mayo, se deben recepcionar, almacenar, conservar y distribuir también durante los 12 meses del año, de tal forma que al no contar con la suficiente capacidad de almacenes cubiertos, mecanizados y con sistemas de conservación modernos para almacenar los 26 millones de toneladas de granso y oleaginosas que se producen anualmente en el país, existiendo un déficit actual del orden de 10.0 millones de toneladas, - las cosechas de granos y oleaginosas se verán sujetas a mermas y pérdidas post-cosecha debidas fundamentalmente a lo siguiente:

- Ataque de roedores y plagas.
- Desarrollo de puntos calientes que generan autocombustión e inclusive autoinflamación, por falta de sistemas de aireación y de detección de dichos puntos calientes, así como la falta de mecanización para su volteo.
- Incremento de granos quebrados.
- Abatimiento de los contenidos de humedad contenidos originalmente en los granos y oleaginosas recepcionados.
- Mediante la acción de la luz solar (rayos ultravioleta e infrarrojos) que accionen sobre los granos, aceleran su respiración y por ende la transformación de sus contenidos originales de grasas, acei-

tes y carbohidratos en monóxido de carbono y bióxido de carbono con la consecuente pérdida en el contenido original de sus proteínas, grasas y carbohidratos.

En el estudio y desarrollo del Sistema Nacional para el Abasto, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, efectuó un estudio en el que se demostró que de la producción agrícola obtenida durante el año de 1985 (26.4 millones de toneladas de granos y oleaginosas, 18.5 millones de toneladas de frutas y hortalizas), se perdieron el 50% de los productos perecederos (frutas y hortalizas), - por falta de almacenes refrigerados, así como el 20% de granos y el 10% de las oleaginosas en las pérdidas post-cosecha que evidentemente se tuvieron que sustituir por importaciones, transportando además los incrementos de costo de dichas pérdidas al consumidor, lo que de hecho se constituyó en el principal cargo o costo de lo denominado intermediación comercial de dichos alimentos básicos.

Por tanto, se considera como prioritario para el país el Desarrollo del Sistema de Almacenes Refrigerados y Silos Mecanizados como un sistema indispensable para evitar las mermas y pérdidas post-cosecha de los alimentos básicos que genera la producción agrícola del país. Adicionalmente el hecho de que la producción agrícola se

encuentre almacenada en almacenes que garantizan su conservación y calidad original, permite que dicha producción agrícola tenga valor por sí misma, considerando el uso de Certificados de Depósito si los silos y almacenes se encuentran habilitados por un Almacén General de Depósito lo cual permite financiar la producción agrícola del país, inclusive puede generar el desarrollo de la Bolsa de Granos. (37)

4.4 DESARROLLO Y USO DE FITOHORMONAS

El desarrollo científico y tecnológico de la agricultura hacia el año 2000, según análisis efectuados por distinguidos investigadores en base a los trabajos en proceso en instituciones científicas, hace énfasis en dos grandes líneas de investigación orientadas a la producción de alimentos:

- El incremento en la capacidad fotosintética de las plantas, y
- El desarrollo de bioreguladores para aumentar la producción agrícola.

Esto es debido a que la acelerada presión demográfica que se hace presente en el mundo y la escasez de recursos agrícolas básicos tales como: agua, tierra, ener-

gía y fertilizantes nos acercan cada día más a sufrir el riesgo de disminuir la producción de alimentos al grado de no poder satisfacer las necesidades básicas de la alimentación mundial.

Por tal razón, la obtención, adaptación y aceptación de nuevos recursos químico-biológicos que coadyuven al aumento de alimentos, sin necesidad de aumentar los costos de producción se hace muy necesario. Es por ello que se está desarrollando un proyecto encaminado hacia la obtención de sustancias con similitud química y actividad igual o mayor que las fitohormonas esteroidales -- llamadas brasinolidas, y que han sido descubiertas recientemente. Las sustancias que se pretenden sintetizar además de tener un costo competitivo en el mercado mundial deberán ser metabolizadas en su totalidad para no acumularse en el suelo y ser totalmente inocuas para el organismo animal y humano.

Las fitohormonas esteroidales son sustancias que recientemente se descubrieron en el polen de la planta Brássica Napus L, conocida como nabo. Llamaron la atención del mundo científico por su gran actividad en el desarrollo de nuevos brotes, crecimiento de la planta, producción de frutos y semillas, etc.; la acción de estas sustancias es muy rápida y se requieren concentraciones

milimolares determinando efectos máximos. Se consideran fitohormonas porque actúan regulando procesos metabólicos, aumentando el crecimiento y grosor de los tejidos, viéndose reflejada ésta acción en el aumento de ramas con un mayor número de yemas florales, el tamaño y calidad de los frutos es superior y se acentúa la resistencia a los cambios climáticos y a las enfermedades, ya que estas sustancias confieren un alto poder germinativo, aumentando - así las superficies de absorción energética, elevando con ello el rendimiento de los cultivos hasta un 50%, sin embargo, su uso se encuentra restringido por su alto costo, ya que se requiere mucha materia prima para obtenerlas; lo cual ha motivado que en todo el mundo se esté trabajando sobre la síntesis química de esta sustancia.

Los antecedentes del uso de las Brasinolidas para - aumentar el rendimiento de las cosechas y su estructura - química esteroideal, han abierto un campo de investigación sobre los efectos de esteroides sobre las plantas graminias principalmente, asimismo, buscar otras plantas con - esteroides básicos, susceptibles a ser transformados en su molécula a fin de obtener fitohormonas esteroideales semejantes a las señaladas.

En México se inició recientemente el desarrollo de fitohormonas a partir de plantas de la zona árida y semi-

árida de Sonora, con contenidos variables de esteroides - que puedan convertirse mediante su domesticación y cultivo; en las materias primas para la producción de fitohormonas capaces de incrementar significativamente la ramificación de los vegetales (biomasa), especialmente los granos básicos para la alimentación.

En este trabajo se tomó como materia prima tipo el barbasco mexicano, enredadera de la selva tropical del su reste del país cuya raíz es un tubérculo que contiene - - DIOSGENINA, esteroide primario considerado como el más - versátil para la producción de hormonas esteroides finales tales como antiinflamatorios, diuréticos, anticonceptivos y hormonas sexuales. Una de las principales razones de tomar como referencia al barbasco, es por la experiencia que México tiene en la industrialización de esta materia prima que comercialmente se produce en México, China y la India. Existen investigaciones que se han realizado a la fecha en barbasco, aplicadas a plantas sonorenses -- del tipo de agaves (magüey) y solanáceas (patatas, pimiento, tomate, tabaco, etc.).

Los bioreguladores en el mercado han probado su utilidad en las plantas al inducir el crecimiento de la raíz el aumento en el tamaño del fruto, control de la madurez de las cosechas, regulación de la caída de las hojas, au-

mento en el vigor de las plantas, etc.; sin embargo, las investigaciones en el presente buscan nuevos bioreguladores que sean capaces de incrementar los rendimientos en la producción agrícola mediante la ramificación de las plantas. La BRASINOLIDA (hormona esteroidal separada del polen del nabo) y el TRIACONTANOL (un ingrediente de la cera de las abejas), son los dos bioreguladores más prometedores para incrementar significativamente la biomasa en las plantas hasta ahora, aunque la síntesis total de la Brasinolida se encuentra en investigación por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.

Los resultados obtenidos de estas investigaciones han sido altamente satisfactorios a nivel invernadero en maíz, frijol, trigo, calabacita, guayule y sen en Sonora y en agricultura comercial en trigo y frijol en Hermosillo.

La investigación tecnológica ha conducido al desarrollo de procesos para la producción de fitohormonas esteroidales a partir de la harina de barbasco y otras materias primas esteroidales, así como el escalamiento industrial de este proceso, para poder dar servicio en los próximos años a 3 millones de hectáreas en el país aproximadamente.

El impacto de estos proyectos para el país, será de gran trascendencia en lo económico y en lo social, si consideramos que aplicaciones del orden de 15 gramos por hectárea repartidos en 3 riegos de fitohormonas, elaboradas a precios razonables, pueden incrementar en un 40% en promedio los rendimientos por hectárea de granos básicos.

En 1984 el país produjo 13.8 millones de toneladas de maíz con un valor de 353 mil millones de pesos. El uso de las fitohormonas en este grano incrementaría la producción en 5.5 millones de toneladas anuales más, permitiendo no solo la autosuficiencia del país en maíz, sino que habría excedentes para la exportación por 68 mil millones de pesos, si únicamente consideramos la aplicación de las fitohormonas a este grano básico para la alimentación del país. (32) (46)

IV. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS FITOHORMONAS

1. COMPOSICION QUIMICA

1.1. GENERALIDADES

Las hormonas vegetales genéricamente conocidas como Fitohormonas, se encuentran altamente difundidas en el -- reino vegetal, en especial en ciertas plantas tropicales_ como el barbasco (nombre vulgar del *Verbascum virgatum*, - enredadera de la selva tropical común en el sureste de Mé xico).

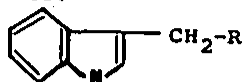
Igual que las hormonas animales, las fitohormonas - son compuestos orgánicos que producen efectos notables so bre el metabolismo y crecimiento celular, por desempeñar_ un papel muy importante en el control interno del desarro llo ya que interactúan en los procesos metabólicos claves como la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas. Las - hormonas vegetales, son producidas principalmente en teji dos en vías de crecimiento, especialmente en el meristema (células indiferenciadas susceptibles de proliferar acti vamente y que después se diferencian y se agregan a teji dos ya especializados, permitiendo el crecimiento de órga nos en las plantas), localizado en los casquetes en desa rrollo en el extremo de tallos y raíces.

De manera similar que las hormonas animales, las fitohormonas suelen ejercer su efecto en zonas muy alejadas del lugar de producción, siendo necesaria una mínima cantidad (hasta partes por millón (p.p.m.)); para determinar efectos máximos de desarrollo, sirviendo además como "mensajeros químicos" o "señales", viajando de una célula, tejido u órgano a otro y establecer un puente de comunicación entre las diferentes partes de la planta. (46)

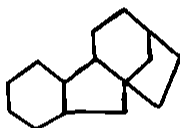
En la actualidad se reconocen 3 clases principales de hormonas vegetales denominadas auxinas, citoquininas y giberelinas y otros grupos de hormonas consideradas de tipo secundario como los inhibidores, las sapogeninas e incluso el gas etileno.

Auxinas.- Sustancias consideradas como ácidos débiles producidas en pequeñas cantidades, principalmente en la región apical o extremos del tallo, en semillas en germinación y en los ápices o extremos de la raíz donde sirven para estimular la elongación del tallo y raíz, crecimiento de frutos, controlando su maduración, salida de brotes en las hojas jóvenes, así como estimulan el crecimiento de embriones en desarrollo dependiendo la concentración en que se encuentre, considerándose que es la hormona que ejerce efectos más notables en el crecimiento y

diferenciación de tejidos.

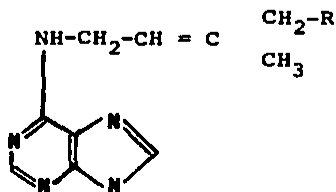


Giberelinas.- Compuestos ácidos que exhiben propiedades de promover el crecimiento y se producen en las hojas jóvenes y ápices o extremos de la raíz induciendo el crecimiento del tallo y de las hojas, además de influir en el florecimiento y maduración de frutos.



Esqueleto de Giban
(patrón químico de referencia de las giberelinas).

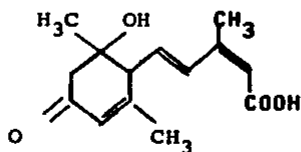
Citoquininas.- Compuestos básicos inductores de la división celular en tejidos vegetales de embriones jóvenes, e interaccionan con las auxinas para determinar el patrón de diferenciación celular en tejidos meristemáticos apicales, retardando la vejez de las hojas principalmente. La mayoría de estos compuestos derivan de la 6-amino-purina (adenina).



Etileno.- Gas considerado como hormona vegetal por influir en los procesos fisiológicos vegetales en cantidades menores de 0.06 g/l, durante la maduración de frutos en el proceso de respiración, induciendo y acelerando la conversión de almidón a azúcares y la hidrólisis en el tejido carnoso de la fruta, además de estar asociado con el cambio de color en la cáscara de las frutas.

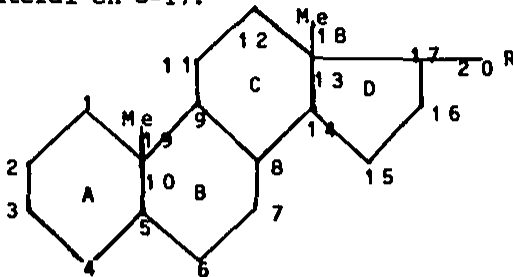


Inhibidores.- En contraste con las auxinas, citoquininas y giberelinas, este tipo de compuestos inhiben el crecimiento de vegetales aún encontrándose en concentraciones muy bajas (1 parte por millón o menos), actuando también como "mensajeros químicos" en la regulación del crecimiento, interactuando junto con las hormonas promotoras de crecimiento que afectan el desarrollo vegetal, entre los que se encuentra el ácido abscísico.



Las fitohormonas son compuestos tetracíclicos (4 anillos) naturales, cuyo esqueleto patrón básico es el -

de un 1,2 ciclo penteno-fenantreno hidrogenado que tiene dos sustituyentes metilos en C-10 y C-13 y una cadena -- adicional lateral en C-17.

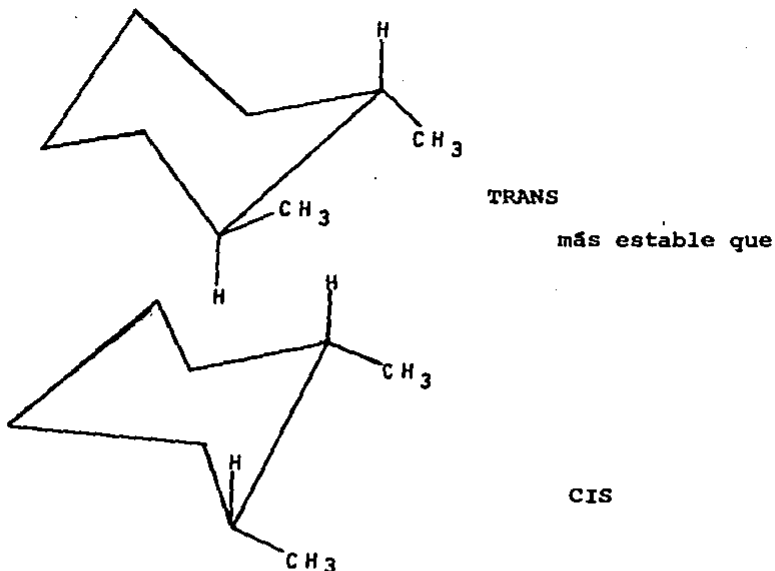


Los anillos son generalmente alifáticos (substancias de cadena abierta ó cíclica derivados alcanos, alquenos o alquinos y análogos cíclicos).

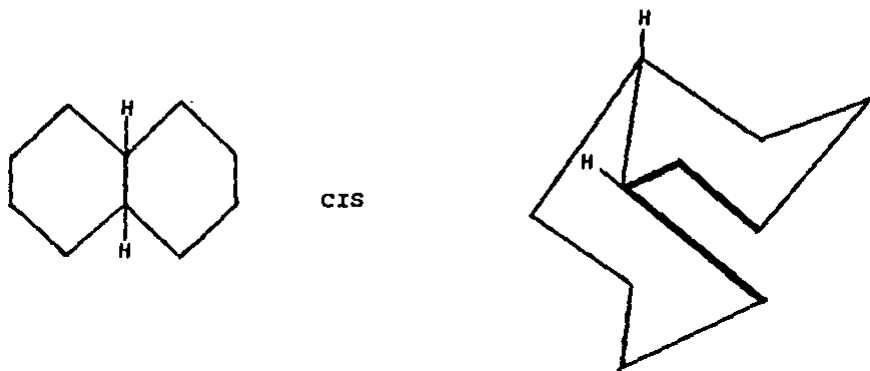
Muchos esteroides se pueden nombrar como derivados de esta estructura llamada COLESTANO, ya que la estereoquímica de los diferentes carbonos asimétricos es casi invariablemente la que se indica. (24)

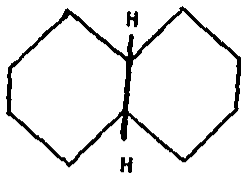
1.2. ESTEREOQUIMICA

Su estructura deriva del estudio de los isómeros de un 1-2 dialquil ciclo hexano que tiene 2 sustituyentes - metilo en forma ecuatorial con una conformación preferentemente trans, por ser más estable que su isómero Cis:

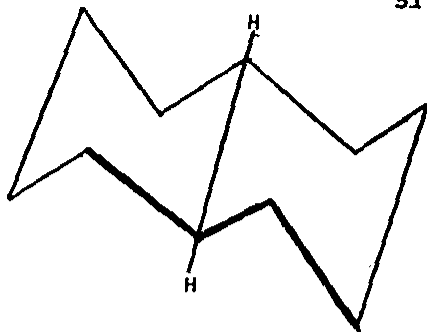


Un anillo condensado con otro en las porciones 1,2 puede ser CIS o Trans, siendo más estable el isómero - - TRANS a su análogo CIS, en aproximadamente 3 Kcal/mol - por lo que generalmente en la naturaleza las uniones de anillos TRANS son más comunes por ser más estables. (42)

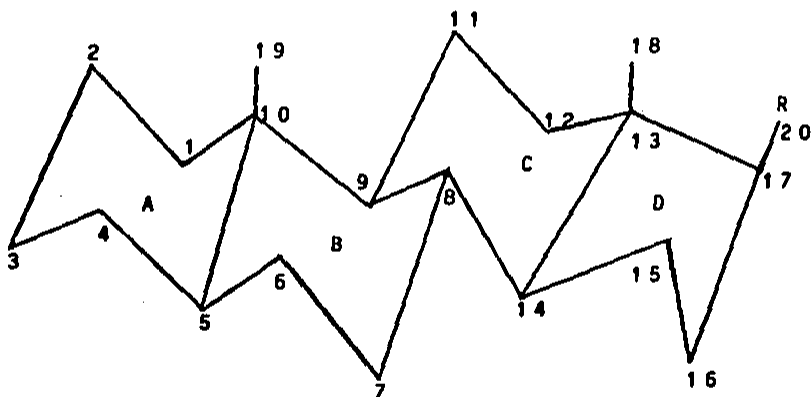




TRANS



Estereoquímica del colestano:

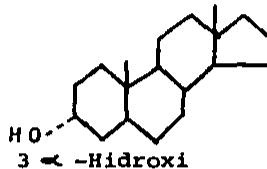
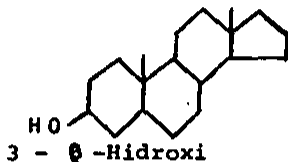


1.3. NOMENCLATURA

Los grupos sustituidos en el sistema de anillos del esteroide pueden estar debajo o arriba del plano del anillo. Un grupo que está debajo del plano (Trans a los grupos metilo angulares) se llama grupo α ; mientras que el que se encuentra arriba del plano (CIS a los grupo metilo

angulares) se llama grupo β . Estos términos se pueden emplear en los nombres de los esteroides para designar la estereoquímica de los sustituyentes. (13)

En el nombre, α o β siguen inmediatamente al número de la posición del sustituyente.

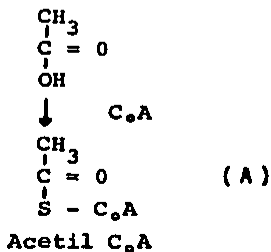


1.4. BIOSINTESIS

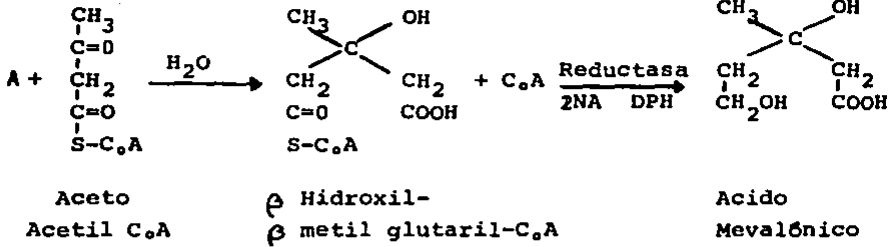
Su biogénesis es semejante a la del colesterol, cuyos carbonos se derivan del acetil C_2A en forma de acetato, pudiéndose dividir su síntesis en tres grupos de reacciones:

1. Formación del Acido Mevalónico
2. Conversión de Acido Mevalónico en escualeno
3. Conversión del Escualeno en Lanosterol y luego en Colesterol.

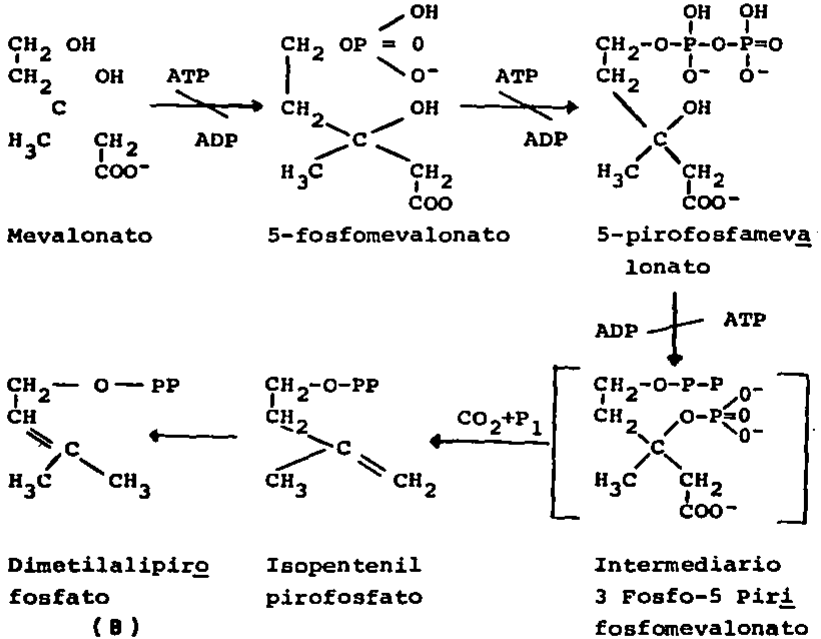
Acido acético

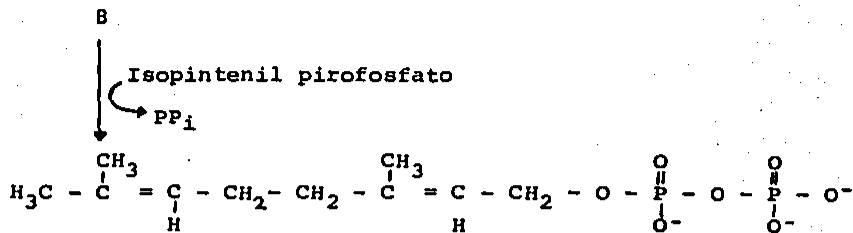


1. Acetato -- Mevalonato (enzimas microsómicas)

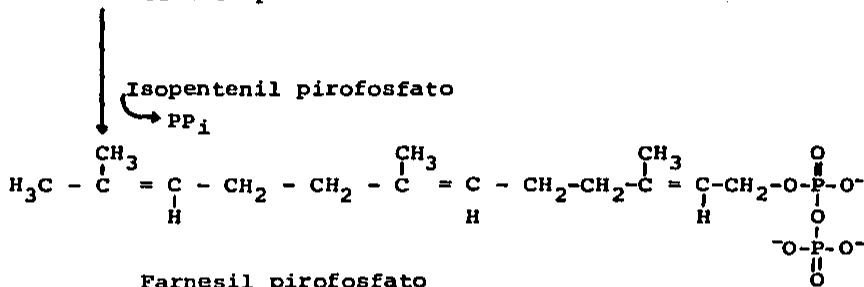


2. Mevalonato a escualeno (enzimas solubles)





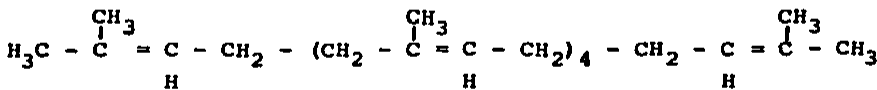
Geranil pirofosfato



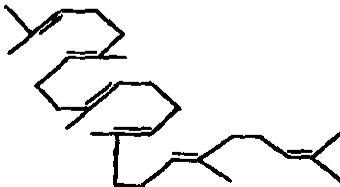
Farnesil pirofosfato

Farnesil pirofosfato + NADH

+ NADPH + 2PP_i + H⁺

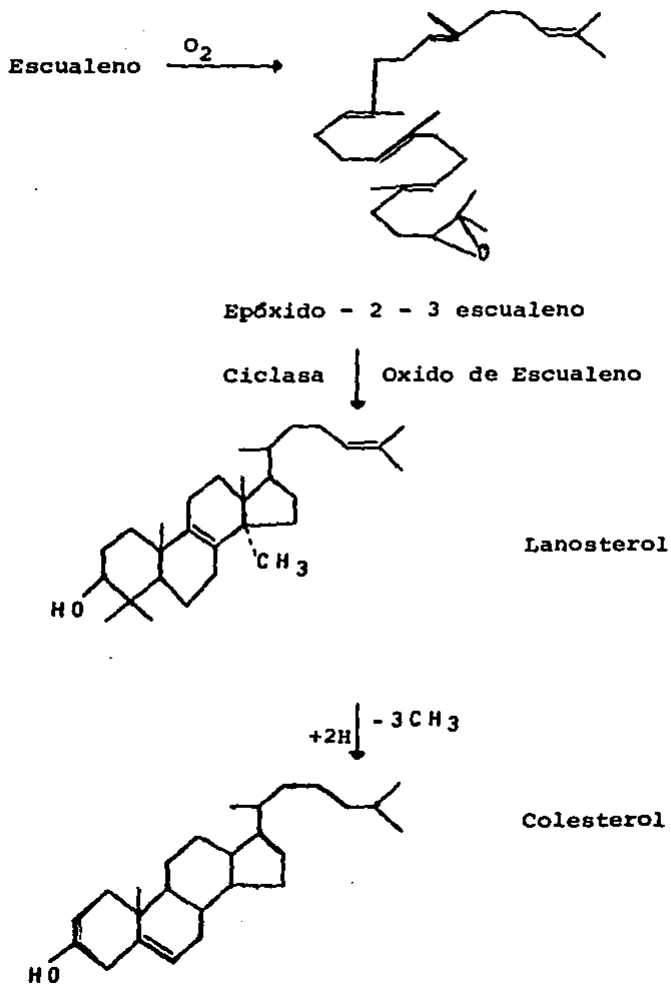


Escualeno



3. Escualeno -- Lanosterol - Colesterol

(acróbica y microscópica)



Este anillo se sintetiza rápidamente en plantas y - animales, por lo tanto el colesterol es el principal precursor de hormonas esteroides a través de reacciones de - hidroxilación. (5)

2. ACCION DE LOS NEO-ESTEROIDES EN EL DESARROLLO BIOLOGICO DE LAS PLANTAS

Aunque las sustancias endógenas naturales controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas.

Los bioreguladores aplicados durante el ciclo germinativo de los vegetales a través del riego inducen varios efectos:

- Crecimiento longitudinal de las células en la parte de la planta que se encuentra en crecimiento, generalmente tallo.
- Crecimiento de la raíz e incremento del follaje.
- Aumento en el tamaño del fruto así como su calidad.
- Control de la madurez de las cosechas.
- Regulación de la caída de las hojas.
- Aumento en el vigor de las plantas.
- Incremento en el número de yemas florales.

- Se acentúa la resistencia a los cambios climáticos y a las enfermedades.
- Incremento en los rendimientos de la producción - - agrícola mediante la ramificación de las plantas.
- Inhiben el desarrollo de brotes laterales.
- Inhiben la formación de regiones de corte; impi- - diendo así la caída de hojas y frutos.
- Estimulan la germinación de las semillas. (3)

3. MECANISMOS DE REACCION

Los antecedentes del uso de las Brasinolidas para - aumentar el rendimiento de las cosechas y su estructura - química esteroidal, abrieron un campo de investigación so bre los efectos de esteroides derivados del barbasco so-- bre las gramíneas principalmente, que provocan que la pro teína vegetal llamada histona se convierta en nucleohisto na, nombre de la proteína del núcleo celular al unirse al ADN. La unión del ADN y nucleohistona fortalece a la cê- lula y la induce a formar RNA nuevo que es el portador de los caracteres hereditarios, llevando el mensaje para for mar la proteína necesaria para el crecimiento de la plan- ta, aumentando asimismo el metabolismo de transformación_ de triptofano a auxinas y otro tipo de reguladores del -- crecimiento, estimulando la división celular.

En síntesis, estas sustancias actúan como hormonas maestras haciendo que todo el mecanismo hormonal de la -- planta funcione a su mayor capacidad, lográndose un au-mento de polen y óvulos, aumento de raíces y hojas para lo--grar una mayor captación de nutrientes y una oxigenación más eficiente, así las citocinas y giberelinas desempeñan papeles destacados en las primeras fases del crecimiento y desarrollo vegetal, y las auxinas dominan después durante el alargamiento de las células. (2)

4. DISCUSION GENERAL DE SUS APLICACIONES EN LA AGRICULTURA

Las fitohormonas de carácter esteroideal son un re-- curso de alta significación en la proliferación celular - en cultivos de tejidos vegetales ya que se supone son - - sustancias que activan la acción de los reguladores de - crecimiento y formación de los mismos incrementando la ra mificación de los vegetales (biomasa), especialmente si - se aplican en los granos básicos para la alimentación, -- efecto de gran trascendencia para el país, tanto en el as pecto económico como en el social ya que con el uso de -- 15 gr. de fitohormona por hectárea, repartidos en 3 rie-- gos y adquiridos a precios razonables podría incrementar-- se hasta en un 40% en promedio los rendimientos de produc tos agrícolas por hectárea, lo que permitiría no solo la

autosuficiencia del país en granos básicos, sino que habría excedentes para exportación, lo que representa un ingreso fuerte de divisas al país y abatimiento de fuga de capital, así como el aumento en la calidad nutricional en la alimentación del mexicano, apoyada principalmente en el consumo de cereales y oleaginosas por tradición. (46)

5. DIOSGENINA

5.1. COMPOSICION QUIMICA

Fórmula condensada: $C_{27} H_{42} O_3$

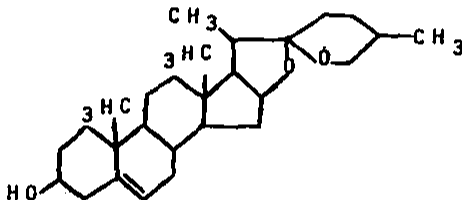
Peso molecular: 414.61 gr/mol

Composición centesimal: 78.21% de Carbón

10.21% de Hidrógeno

11.58% de Oxígeno

Fórmula estructural:



La diosgenina es soluble en los solventes orgánicos usuales y en ácido acético. Se precipita con digitonina, cristalizándose en acetona m 204-207° [$\alpha \]_D^{25} = -129^\circ$ (C = 1.4 en cloroformo).

Su nombre científico es S pirost-5-en-3-ol (3 , 25 R).

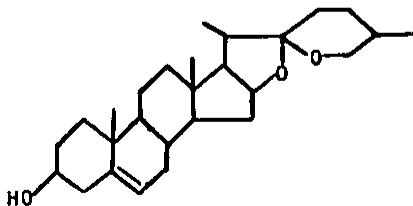
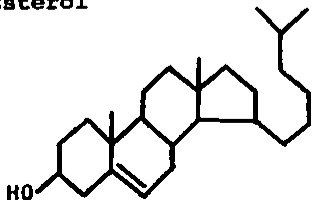
Pertenece a la familia de las saponinas esteroi-
dales; glicósidos que se caracterizan por su sabor amar-
go, formación de espumas estables en soluciones acuosas,
formación de complejos con colesterol y esteroides hidro-

xilados (como proteínas); causa además hemólisis de glóbulos rojos siendo altamente tóxica a animales de sangre fría (peces y anfibios) ya que ésta actividad tóxica está relacionada con su capacidad de reducir la tensión superficial, actividad que depende de la mezcla de carbohidratos en una molécula igual, y de sus características hidrofóbicas y lipolíticas.

Por hidrólisis ácida, básica o enzimática da como residuo un aglicón esteroideo así como varios azúcares y ácido urónico los cuales se encuentran unidos al esteroide por ataque al grupo hidroxilo terminal de la diosgenina.

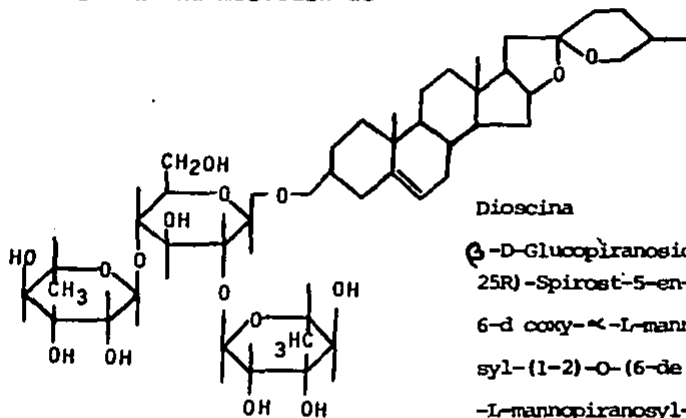
El aglicón de la diosgenina está compuesto de 27 -- átomos de carbono con lo cual se asemeja a los esteroides de origen animal que se diferencian en mayor grado en la composición de la cadena anexa.

Esterol



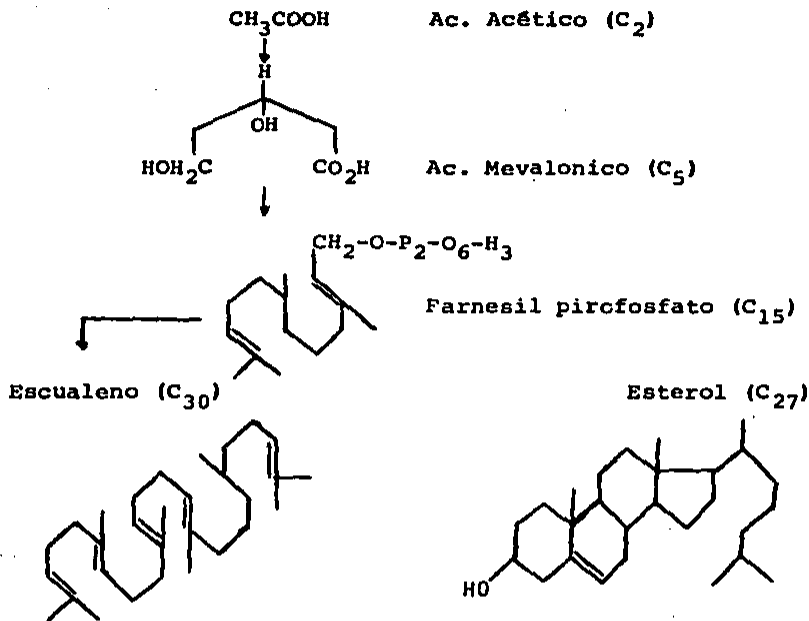
Diosgenina

Diferentes azúcares principalmente glucosa, galactosa, manosa, xilosa y arabinosa han sido identificados como los componentes de la parte compuesta de carbohidratos de las sapogeninas; de aquí que la diosgenina se encuentra unida a una molécula de



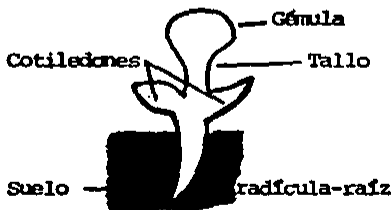
Este tipo de moléculas puede ser transformada en hormonas esteroideas (como progesterona, desoxycortisona y testosterona), por degradación oxidativa.

En las plantas se sintetiza en forma natural a partir de ácido acético vía ácido malónico (el origen de los 5 átomos de carbón que forman la unidad isoprenoide que constituyen los núcleos esteroidales), siguiendo el siguiente esquema:



La diosgenina se encuentra en mayor concentración - en los cotiledones de las plantas durante el núcleo germi-

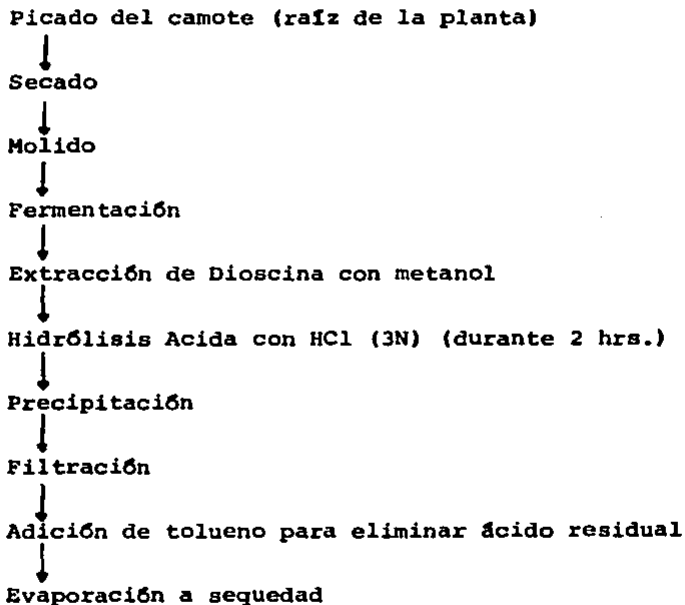
nativo, y también aumenta en presencia de Acido ascórbico. Su concentración depende de la temperatura, estación anual y climática, y edad del vegetal.



Sirve como almacén de carbohidratos en el vegetal y ayuda a resistir el ataque de insectos. (10)

5.2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION DE DIOSGENINA VIA BARBASCO (VERBASCUM VIRGATUM)

Desde 1958 aproximadamente, los Laboratorios Syn--
tex, S.A., utilizan el basbasco (*Verbascum virgatum*) pa-
ra la extracción de diosgenina y emplearla para la pro--
ducción de esteroides, mediante el siguiente proceso:



Obteniendo aproximadamente de un 3 a 5% de diosge-
nina de un 95% de pureza.

Fuente: Puebla, M. (38).

5.3. LIMITANTES DE EMPLEO POR TOXICIDAD, EFECTOS RESIDUALES, AFECTACION, BIOGENETICA, ETC.

Las investigaciones llevadas a cabo en ratas de la boratorio tipo "Winstar" a las que se les administraron dos dosis de 100, 125 y 250 mg/Kg del extracto hidro-alcohólico de Diosgenina, por vía oral en diferentes períodos de gestación no reportó datos teratogénicos, siendo negativa su acción tóxica por ingesta, ni mostró efectos adversos con respecto al crecimiento físico de los animalitos, cuenta sanguínea, glucosa sanguínea, nitrógeno no - proteico sanguíneo y ácido úrico, además se reportó una histología post mortem normal.

También se administraron productos de las cosechas con Diosgenina, siendo también negativo el examen, concluyéndose de esta manera que por ser un compuesto biodegradable, las plantas lo asimilan completamente ya que metabolizan estos compuestos en su totalidad, evitando que se acumulen en el suelo y ser totalmente inocuos para el organismo humano y animal, por no encontrarse rastro algun o en granos o derivados.

Por otro lado la no toxicidad a la ingesta humana - es evidente cuando se considera que las propiedades espumosas de ciertas bebidas como la cerveza de raíz (root-

beer) resulta de la presencia de sapogeninas, estimando médicamente que cantidades menores de 10 mg/diarios no -- muestran afectación alguna, sin embargo por ser un precur sor esteroideo, dosis fijas durante tiempo prolongado son desaconsejables ya que el individuo puede estar sujeto a sufrir retención de agua, trastornos en sus caracteres sexuales secundarios, de aquí que las mujeres pueden sufrir virilización por enronquecimiento de la voz y los hombres están propensos a sufrir trastornos endócrinos; en los ca sos más graves de consumo de esteroides se puede llegar a sufrir afectaciones en el hígado como hepatitis y hasta enfermedades carcinogénicas, por ello su venta en el mercado como esteroides simples de uso común (anabólicos -- principalmente) está prohibida en su totalidad y su consu mo como medicamentos (hormonas para el tratamiento de -- afectaciones endócrinas), debe ser estrictamente por preg cripción médica especializada. (21) (24)

5.4. OTROS USOS

Su principal aplicación es en la industria farmacéu tica como materia prima para la producción de hormonas eg teroides como progesterona, desoxicorticosterona y testos terona; en la fabricación de cortisona y cortisol, en la preparación de ungüentos antihemorroides, por sus propiedades antiinflamatorias, se utiliza en fármacos destina--

dos a la reducción de colesterol en hígado y sangre, y -- además como coadyuvante en inmunología, en diuréticos y - producción de anticonceptivos.

Debido a sus propiedades espumantes es utilizado en bebidas como la cerveza y productos de limpieza como - - shampoos y jabones y en espumas especiales para extinguidores de fuego.

En la industria alimenticia se utiliza en confitu-- ras en mínimas cantidades como saborizante; dentro de la_ industria de la construcción, se procesa y sus subproduc- tos se utilizan como aditivos para concreto de bajo peso_ y en fotografía en los procesos de revelado. (2) (24)

V.. APLICACIONES EXPERIMENTALES DE DIOSGENINA

1. MATERIALES Y METODO

El diseño del experimento es un bloque con dos repeticiones y dos tratamientos distintos, que incluyen:

1. Diosgenina
2. Testigo

Con 10 parcelas experimentales de una superficie - de 2.5 m² por parcela experimental (camas experimenta- - les); siendo igual la parcela útil (con tierra de siem-- bra usual), a la parcela experimental sembrada; corres-- pondiendo 1 parcela experimental por cada vegetal selec-- cionado:

1. Maíz (Zea mays)
2. Trigo (Triticum vulgare)
3. Soya (Glycine max)
4. Sorgo (Sorghum halepense)
5. Frijol (Phascolus vulgaris)

2. PREPARACION DEL SUELO

Se utilizaron el barbecho (rompimiento inicial de la capa arable del suelo) y el rastreo (desmentzamiento de la tierra) mecánicos; para proporcionar condiciones - favorables a un buen nacimiento de plántulas y un buen_

desarrollo durante el ciclo vegetativo de las plantas.

3. RIEGO

Se aplicaron dos riegos de auxilio por infiltración; el primero después de barbechada la tierra y el segundo antes de sembradas las semillas, haciendo circular el agua por los canales o surcos de capacidad variable, espaciados convenientemente de modo que las fajas de tierra se humedezcan lo más homogéneamente posible.

4. APLICACION DE FITOHORMONAS

Se utilizó en total una dosis de 10 gramos de diosgenina por hectárea equivalente a 0.0010 gr/m^2 (1 mg/m^2) aplicada equitativamente en dos partes en cada riego efectuado desde el momento de la siembra hasta la madurez fisiológica de los cultivos en cuestión.

5. SIEMBRA

La siembra de los cinco cultivos fué efectuada en charolas el 17 de agosto de 1984, efectuándose el trasplante el 21 de agosto del mismo año.

En el caso del MAIZ la separación de las plantas fue de 25 cm. con una separación entre hileras de 90 cm.

e introducidas a una profundidad de 10 cm.

En lo referente al TRIGO se guardaron 5 cm. de separación entre plantas; 20 cm. entre hileras y 3 cm. de profundidad.

La SOYA se sembró con una separación de 20 cm. entre plántulas, 70 cm. entre surcos, y una profundidad de 5 cm. aproximadamente.

En cuanto al SORGO se sembró en hileras espaciadas de 75 cm, una profundidad de 7 cm y una separación entre plántulas de 20 cm.

Y por último el FRIJOL (de mata) se sembró con una separación de 20 cm. entre plántulas; 30 cm. entre hileras y 10 cm. de profundidad.

6. FERTILIZACION

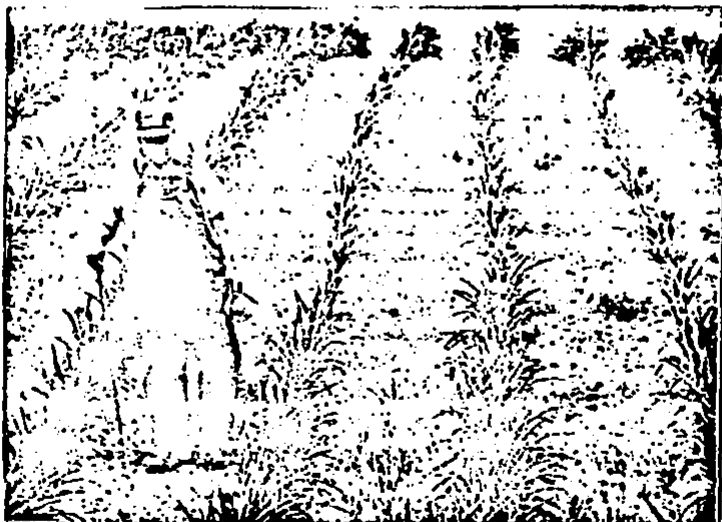
En todos los cultivos se aplicó nitrógeno en dosis de 150 Kg/ha (15 gr/m²) y fósforo en dosis de 40 Kg/ha (4 gr/m²) en el momento de la siembra.

7. LABORES DE CULTIVO

Se realizan indispensablemente para controlar y/o destruir las malezas, mejorar la estructura del suelo y -

favorecer el mayor desarrollo de las plantas para obtener mayores rendimientos y mejor calidad en el grano y/o forraje.

Más o menos 25 ó 30 días después de la emergencia de las plántulas, se proporcionó el primer cultivo (escarda) con una pala destruyéndose así las malezas emergidas, optimizando la conservación de la humedad del suelo al -- destruir u obturar la capilaridad del suelo, disminuyendo -- la evaporación.



La segunda labor de cultivo (escarda) se hizo cuando las plantas tenían más o menos 80 cm. y destruir las -- males hierbas que emergieron después del primer cultivo y formar el surco de riego y evitar que la planta se "queme".

8. HIPOTESIS

La hipótesis a probar es que los rendimientos obtenidos en el uso de la Diosgenina como potenciador del crecimiento son mayores que los rendimientos obtenidos en los testigos.

9. OBSERVACIONES

Un mes y medio (45 días) después de la siembra se observan los siguientes cambios:

El MAIZ tratado con diosgenina presenta un mayor y mejor crecimiento mostrando una altura del orden de la mitad de las plantas testigo, un color ligeramente más intenso que el maíz no tratado, así como un ligero aumento en el grosor de sus tallos.

El TRIGO muestra un aumento de altura considerable en relación al trigo testigo, un pequeño aumento de grosor en cuanto a las plantas no tratadas y un color verde ligeramente más intenso y brillante.

La SOYA y el FRIJOL presentan un mayor crecimiento foliar que el testigo y sus hojas son más grandes que el de las plantas testigo que muestran color verde opaco a diferencia de las plantas tratadas que tienen un color más intenso.

En el caso del SORGO se observa también aumento en el volumen del follaje y tamaño del arbusto, así como un ligero aumento de tamaño de hojas en referencia al sorgo no tratado.

10. COSECHA

El frijol se cosechó 53 días después de sembrado, - una vez que la mayoría de las vainas estaban maduras.

La cosecha de maíz se levantó 6 meses (180 días - - aproximadamente) después de su siembra, cortándose la - - planta completa y dejándose secar naturalmente a intemperie 20 días para pizcarse (separación de la mazorca de la planta) y desgranarse posteriormente.

En lo concerniente al trigo, éste se trilló 5 meses después de sembrado (53 días aproximadamente), una vez -- que se observara que al doblar la espiga ésta se rompiera fácilmente.

La soya se cosechó 4 meses después de su cultivo -- (120 días aproximadamente) en el momento en que la planta tiró todas sus hojas, fenómeno natural que indica que ya está madura.

En el caso del sorgo, se cosechó 4 meses después de la siembra (122 días aproximadamente), en el momento que

el grano alcanzó su madurez completa.

11. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

Todos los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos, se registran en los cuadros siguientes, cuyos datos se obtuvieron una vez que los productos ya cosechados se recepcionaron, limpiaron y secaron para alcanzar la norma oficial vigente que marca fundamentalmente 14% de humedad, 3% de materias extrañas, 2% de grano quebrado y libre de insectos y hongos; cabe añadir anticipadamente que en cada uno de los casos se puede observar un incremento considerable en todos los aspectos estudiados de cada siembra de las plantas tratadas con diosgenina sobre las plantas testigo.

CUADRO No. 11

ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE RENDIMIENTO DEL MAIZ.

Tratamiento	Altura Promedio (cm)	Peso en granos de: Olote	Grano	Número de Hileras de granos	de: Granos p/ mazorca	Rendimiento (gr/planta)	Rendimiento Promedio (Kg/Ha)
DIOGENINA	127.5	298.1	1126.9	13.4	4106	79.06	3511
TESTIGO	57.0	137.3	339.8	10	1785	71.22	3162

CUADRO No. 12

ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE RENDIMIENTO DEL TRIGO

Tratamiento	Altura Promedio (cm)	Peso en gramos de: Espiga	Grano	Número de Hileras de espiguillas	de: Granos p/ espiga	Rendimiento (gr/planta)	Rendimiento Promedio (Kg/Ha)
DIOSGENINA	90	36	1.60	12	4	4.25	4 255
TESTIGO	60	24	0.79	8	2	3.18	3 180

CUADRO No. 13

ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE RENDIMIENTO DE SOYA

Tratamiento	Altura Promedio cm	Peso en gramos de: Vainas	Granos	Número de: Vainas p/ planta	Granos p/ vaina	Rendimiento (gr/planta)	Rendimiento Promedio (Kg/Ha)
DIOSGENINA	87	8.83	10.8	112	3	69.9	4 998
TESTIGO	45	4.64	6.4	16	2	42.0	3 003

CUADRO No. 14

ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE RENDIMIENTO DE SORGO

Tratamiento	Altura Promedio (cm)	Peso en gramos de: Panoja	Gramos	Número de: Panojas p/ planta	de: Granos p/ panoja	Rendimiento (gr/planta)	Rendimiento Promedio (Kg/Ha)
DIOSGENINA	200	140	155.4	28	75	52.6	3 498
TESTIGO	140	115	62.4	23	66	35.17	2 339

CUADRO No. 15

ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE RENDIMIENTO DE FRIJOL

Tratamiento	Altura Promedio (cm)	Peso en gramos de: Vainas	de: Semilla	Número de: Vainas p/ planta	de: Granos p/ vaina	Rendimiento (gr/planta)	Rendimiento Promedio (Kg/Ha)
DIOSGENINA	50	62.05	312.8	211	3	83.4	1 251
TESTIGO	30	11.75	50.7	28	2	81.2	203

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

12. DISCUSION DE RESULTADOS

MAIZ: en lo que respecta al peso del grano tenemos que el tratamiento con diosgenina es 3 veces el peso del tratamiento testigo ya que su tamaño es mayor al igual que es superior el número de hileras de granos por mazorca; es el doble el número de granos maduros obtenidos disminuyendo el número de granos vanos, representando un incremento de casi un 8% de aumento de rendimiento obtenido por planta que arroja un rendimiento promedio en Kg/ha, mayor al ensayo testigo; verificando así que el uso de diosgenina promueve un incremento significativo en el rendimiento; además los granos tratados presentan un color más firme y brillante, así como un mayor tamaño y mayor resistencia a romperse facilitando así su manejo, lo cual reduce el porcentaje de mermas por granos rotos.

TRIGO: la planta de trigo registró una altura promedio mayor que el testigo desde el principio de su desarrollo, así como se obtuvo un mayor número de espiguillas y por consiguiente un aumento en el número de granos maduros, ya que el trigo no tratado muestra un menor peso de granos dando como resultado que las plantas tratadas con diosgenina aumentaron en general un 50% en el rendimiento por planta y por consiguiente elevar el rendimiento por -

hectárea. En cuanto a la maduración de la planta, el --- trigo tratado adelantó en 2 semanas acortando el ciclo - biológico de la misma, diferencia que se hizo patente después de que un viento fuerte acamó el 50% del trigo testigo contra un 3% del trigo tratado; sin embargo el trigo testigo prosiguió con su ciclo biológico normal; lo que - denota una mayor resistencia a cambios climatológicos - - bruscos.

SOYA: esta leguminosa presentó un aumento promedio de aproximadamente un 66.7% en el rendimiento; debido a - que desde el inicio de su desarrollo las plantas tratadas con diosgenina presentaron una producción de casi el do-- ble de biomasa que la mata testigo, lo cual puede obser-- varse en la altura promedio, peso en gramos de vainas y - número de vainas por planta; este último factor se puede_ apreciar que es 7 veces el número de plantas por vaina -- del testigo, por lo que se puede deducir que las fitohor-- monas aceleran el crecimiento y maduración de los ejotes_ de 2 a 3 semanas de acuerdo al follaje, floración y aparición de frutos; así como el número de granos por vaina lo_ cual se refleja directamente en un incremento en la pro-- ducción, ya que analizando la carga de las plantas se ob-- servó que a la mitad de su ciclo, las matas testigo con-- sistían de una pequeña cantidad de ejotes "jóvenes", gran número de ejotitos "recién nacidos" que se estaban des- -

prendiendo de la mata y todavía se aprecian una cantidad considerable de flores, mientras que las matas tratadas, la carga consistía exclusivamente de ejotes; lo que sugiere que la diferencia de producción entre las plantas a las que se les aplicó diosgenina y las testigo, se debe a que la fitohormona utilizada aceleró la maduración de las plantas tratadas y por lo tanto tenían su fruto ya establecido cuando se suscitaron cambios bruscos en el clima (elevación de la temperatura); mientras que los testigos tenían pocas flores y frutos recientes lo cual les impidió seguir su desarrollo a altas temperaturas.

SORGO: el sorgo utilizado mostró un aumento en lo referente a los rendimientos en peso de granos y número de granos por panoja del 50% con respecto a las plantas testigo; debido a que se observó un aumento en el follaje y número de flores y por tanto más adelante en el número de frutos a lo largo de su desarrollo, lo cual se refleja directamente en un incremento en la altura promedio, peso de la panoja y panojas por planta de las plantas tratadas con respecto a las plantas testigo, además el ciclo vegetativo se redujo a 94 días con el uso de la diosgenina a diferencia de 122 días que duró el ciclo de la planta testigo. Por otro lado los granos del sorgo tratado presenta un tamaño más uniforme y un color marrón más firme, lo

cual aumenta la calidad reológica del grano.

FRIJOL: en lo referente a: número de vainas cosechadas, semillas por vaina, peso de la vaina cosechada y semillas por vaina cosechada por parcela útil, tenemos que el comportamiento del tratamiento con diosgenina fué superior al tratamiento testigo en todos los parámetros medidos. De manera similar que en caso de la soya, la maduración se acelera de 2 a 3 semanas, de acuerdo al follaje, floración y aparición durante el ciclo fisiológico de la planta, aún cuando la parcela testigo y la tratada se sembraron el mismo día. Se observó por lo tanto, una gran diferencia de carga de ejotes entre las plantas tratadas y los testigos ya que por éstas últimas la carga de las matas consistía de una pequeña cantidad de ejotes "jóvenes", una cantidad mayor de ejotitos "recién nacidos" que se estaban desprendiendo de la mata y todavía bastantes flores; mientras que en las matas tratadas, la carga consistía exclusivamente de ejotes, lo que sugiere que la gran diferencia de producción entre las plantas a las que se les aplicó el tratamiento y las testigos se debe a que la fitohormona aceleró la maduración de las matas tratadas y por lo tanto tenían su fruto establecido cuando llegó el calor, mientras que los testigos apenas tenían flores y frutos recientes, que no pudieron continuar su desa

rrollo a altas temperaturas.

De acuerdo a la carga de vainas el rendimiento obtenido es 5 veces el rendimiento del frijol testilo, lo que representa un aumento del 500%, lo cual nos demuestra que si se pudiera escalar estos resultados a nivel nacional - por el uso masivo de la Diosgenina para la producción de frijol se podría producir la demanda nacional empleando - la quinta parte de superficie laborable, liberando ésta - para otros cultivos.

VI. METODOS DE EVALUACION EN APLICACIONES
EXPERIMENTALES

1. METODOS BIOLOGICOS

- 1.1. METODO DE WRIGHT POR CORTE DE COLEOPTILOS TIERNOS Y COMPLETOS DE SEMILLAS GERMINADAS, HACIENDOLAS FLOTAR EN SOLUCION ACUOSA PARA EL TESTIGO Y SOLUCION ACUOSA DE DIOSGENINA, MIDiendo SU LONGITUD ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO

Descripción del método:

Se cortan coleóptilos (embrión de gramíneas) tiernos y completos de las semillas a tratar, 24 horas después de la siembra. Se hacen flotar dichos coleóptilos en soluciones acuosas de diosgenina y se mide su longitud antes y después del tratamiento. El crecimiento de los coleóptilos tratados se compara con el de los no tratados que se dejan flotar en agua destilada, registrando la elongación. (Diferencia de longitud)

Aparatos, Productos químicos y otros materiales

- Platos de Petri de 10 cm. de diámetro
- Escalpelo

- Pinzas
- Papeles Whatman de prueba de semillas de 9 cm de --
diámetro
- Papel filtro Whatman, cortado en pedazos, de 5 x
2.5 cm.
- Parafina
- Matraces volumétricos de 100 ml.
- Pipetas volumétricas de 1 ml.
- Tubos de ensayo de 7.5 x 1.3 cm.
- Balanza analítica.
- Lupa de aumento.
- 3 a 100 mg. de Diosgenina
- Agua destilada
- Micrómetro ocular de 10 mm.

Material Vegetal Recomendado

Semillas en germinación de:

- Maíz (Zea mays)
- Trigo (Triticum vulgare)
- Soya (Glycine max)
- Sorgo (Sorghum halepense)
- Frijol (Phaseolus vulgaris)

Preparación de soluciones

- 100 ml de Sol. de Diosgenina $10^{-5}M$.

Preparación y Selección del material vegetal

Con ayuda de una lupa de aumento, se cortan los coleóptilos con sumo cuidado con el escalpelo como se muestra en la fig. A, y se colocan con sus hojas primarias en cerradas, sobre papel filtro humedecido con agua destilada, disponiéndolos en grupos de 5 y se mide su longitud - con el micrómetro. Se transfieren cuidadosamente a una ti ra de papel filtro y se insertan en un tubo de ensayo que contenga 1 ml de la Solución de Diosgenina $10^{-5}M$.

Usense 5 duplicaciones de 5 coleóptilos para tratamiento, incluyendo los testigos en agua. Se sellan los tu bos con parafina y se hacen reposar en posición hori- zontal agitándose de vez en cuando, en la oscuridad y a $25^{\circ}C$ durante 48 hrs. Retírense los coleóptilos de los tubos y midanse nuevamente.

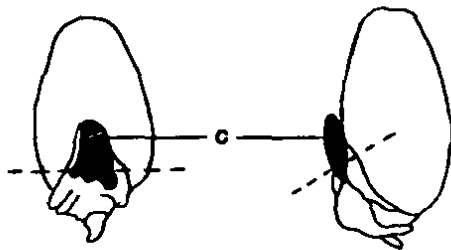


Fig. A. Semilla de trigo germinado, que muestra el coleóptilo (c) y el plano de incisión (líneas interrumpidas) utilizado para retirar el coleóptilo.

Método para obtener los resultados

Se calcula para cada tubo, la longitud media de los 5 coleóptilos antes y después del tratamiento y a partir de estas dos cifras, se obtiene el porcentaje de aumento de la longitud media de los 5 coleóptilos y al final se determina el porcentaje promedio para las muestras. Compárese la estimulación promedio del crecimiento de la sustancia que se está evaluando, con el crecimiento promedio de los coleóptilos, en los tubos de ensayo que contienen agua destilada. (32)

Semilla	Longitud (mm)		Dicoegenina	% de aumento sobre testigo
	Inicial	Testigo		
Mafz	10	26	29	11.5
Trigo	11	15	17	13.3
Soya	8	20	23	15
Sorgo	10	13	15	15.3
Frijol	6	17	20	17.6

Discusión de resultados

Transcurridas las 48 horas de tratamiento y analizando los resultados obtenidos, se observa que el trata--

miento con diosgenina presenta un aumento de longitud pro medio en todas las plantas de casi un 14%, sobre el testigo así el maíz muestra un aumento de 11.5% sobre el testigo, el trigo 13.3%, la soya 15%, sorgo 15.3% y frijol - 17.6%; de donde podemos deducir que la Diosgenina actúa - como promotora del crecimiento desde el inicio del desarrollo de la planta, induciendo un aumento de biomasa, -- acelerando así su crecimiento y por tanto disminuyendo su ciclo vegetativo sensiblemente por aceleración de la maduración.

1.2. METODO DE WEAVER POR SUMERSION DE CAPULLOS DESPUES DE LA FLORACION EN SOLUCIONES DE DIOSGENINA Y AGUA, REGISTRANDO LOS AUMENTOS DE TAMAÑO DEL FRUTO.

Descripción del Método

Pueden evaluarse varios compuestos como reguladores del crecimiento, metiendo racimos individuales de flores o flores en capullo, o después de que se formen granos importantes, después de la floración, en soluciones del compuesto y registrando los aumentos de tamaño de los frutos. Prueba que resulta útil para estudiar el efecto de reguladores de plantas sobre el crecimiento de una variedad de diferentes tipos de frutos. Es también un medio útil para estudiar el efecto de productos químicos reguladores -

sobre la producción de frutos partenocárpicos (aquellos - que producen frutos estériles y sin semillas) como los tomates y las zarzamoras; y también es aplicable para el estudio de la fructificación de muchos tipos de bayas.

Aparatos, Productos Químicos y otros materiales

- Recipientes con capacidad de 1000 ml
- Etiquetas
- 25 a 100 mg de Diosgenina
- Un agente humectante como la glicerina
- Balanza analítica
- Etanol al 95% como solvente.

Material Vegetal recomendado

Variedades de frijol soya (*Glycine max*); frijol de palo (*Phaseolus vulgaris*) y sorgo.

Preparación y selección del material vegetal

La mejor época para tratar este tipo de plantas, para estudios de aumento del tamaño de los frutos, es después de floración, una vez que se hayan formado los primeros frutos, seleccionándose así las bayas que tengan aproximadamente el mismo número de flores.

Procedimiento

Prepárense soluciones acuosas de diosgenina a concentraciones de 5, 15 y 50 p.p.m., utilizando alcohol como solvente y añadiendo la glicerina. Se sumergen las bayas en las soluciones poco después de que las flores estén completamente abiertas. Se usan 10 bayas por tratamiento para un mejor análisis de resultados y se dejan sin tratar, para control, racimos similares y marcados. Otros racimos se introducen en una solución de alcohol y glicerina para determinar los efectos de escs constituyentes.

Método para obtener los resultados

Determinese el efecto del tratamiento sobre el tamaño de los frijoles, la soya y el sorgo, retirándolos de las plantas, después de que están maduras, midiéndose el peso fresco de los frutos seleccionados al azar de cada tratamiento. Se puede determinar también las mediciones de volumen de los frutos, por el método de desplazamiento de agua. Compárese el peso con los resultados de mediciones similares utilizando frutos de control. Obsérvese cualquier diferencia en el tiempo de la madurez u otros efectos que se deban al tratamiento. (32)

Tamaño

Semilla	Testigo (cm)	Tratamiento con Diosge- nina (cm)	% de aumen- to sobre testigo.
Frijol	1	1.5	50 %
Sorgo	0.4	0.7	30 %
Soya	0.8	1.2	50 %

Peso

Semilla	Testigo (gr)	Tratamiento con Diosge- nina (gr)	% de aumen- to sobre testigo
Frijol	0.4	0.9	125 %
Sorgo	0.04	0.07	75 %
Soya	0.1	0.2	100 %

Discusión de Resultados

En esta investigación se ha probado la utilidad de los bioreguladores en las plantas al inducir el aumento - en el tamaño y peso del fruto; como se observa, las plantas tratadas desarrollaron un tamaño superior a las tes- tigo, incrementando un 50% su tamaño; en cuanto a lo que

al peso se refiere, las bayas (el frijol y la soya) resultaron más sensibles a la Diosgenina que el sorgo, sin embargo este último registró un buen aumento de biomasa, reflejando un 75% más de peso que la planta testigo, y el frijol y la soya muestran casi el doble de peso que el -- tratamiento testigo.

1.3. METODO DE JONES, METCALFE Y SEXTON, POR GERMINACION DE SEMILLAS EN SUPERFICIES DE AGAR SIMPLE Y QUE CONTENGAN DIOSGENINA, ESTUDIANDO EL CRECIMIENTO DE LAS RAICES.

Descripción del método

Se hacen germinar semillas de trigo, frijol, soya, maíz y sorgo en superficies de agar que contienen un producto químico de prueba y se estudia el crecimiento de -- las raíces, este método es también útil para estudiar el crecimiento de las raíces de semillas en germinación.

Aparatos, productos químicos y otros materiales

- Balanza analítica
- Tubos de ensayo 1 x 15 cm
- Bastidores para tubos de ensayo
- Cámara oscura a una temperatura de 21° a 24°C

- 0.1 gr. de Diosgenina.
- Agar.

Material vegetal recomendado

Semillas de trigo (*Triticum vulgare*)
Semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)
Semillas de soya (*Glycine max*)
Semillas de maiz (*Zea mays*)
Semillas de sorgo (*Sorghum halepense*).

Preparación y selección del material vegetal

Selecciónense las semillas eliminando todas las deformadas o con enfermedades.

Procedimiento

Prepárense 4000 ml de agar a aproximadamente 4%, en agua, con el fin de proporcionar 500 ml de mezcla de agar para cada concentración de cada producto químico que deba evaluarse, (incluyendo 1500 ml para utilizarse para un control no tratado).

Se disuelven 50 mg. de cada compuesto a prueba en - porciones de 500 ml de la mezcla derretida de agar.

Se vierten las mezclas por separado en tubos de en-

sayo marcados, a razón de 10 ml por tubo. Inclínense los tubos de modo que el agar se extienda hasta unos 13 cm, hacia arriba, por la pared del tubo y déjese que se solidifique sosteniendo el tubo en esa posición. En esta forma deberán prepararse aproximadamente 46 tubos de cada medio para los ensayos, así como un número igual de tubos - con sólo la mezcla de agar y agua. Usense por lo menos - 12 duplicaciones de cada tratamiento, con el fin de obtener resultados estadísticamente fidedignos.

Utilizando la mitad de los tubos de cada tratamiento, pónganse 2 semillas de trigo sobre el agar, cerca de la parte superior de la superficie inclinada, en cada uno de los tubos. La eliminación de las cápsulas facilita la germinación. Póngase 1 semilla de frijol en el agar, cerca de la parte superior de la superficie inclinada de cada uno de los restantes tubos de ensayo. Puede ser necesario aplicar una ligera presión para incrustar parcialmente las semillas en el agar, para mantenerlas en su lugar.

Colóquense los tubos en forma vertical y almacénense en bastidores, en una cámara oscura a una temperatura ambiente de 21° a 24°C durante toda la duración de la - - prueba (10 días). Manténgase una humedad relativa elevada en la cámara de almacenamiento para evitar que el agar

se seque y favorecer el crecimiento uniforme de las plantas y no permitir un incremento correspondiente de la concentración del producto químico de prueba.

Método para obtener los resultados

Al cabo de 5 6 7 días, o cuando las raíces en los tubos de control no tratados tengan de 5 a 6 cm de longitud, midanse y registrense las longitudes de cada tubo. Después de 8 a 10 días de la iniciación de la prueba o -- cuando las raíces en los tubos de control no tratados tengan 6 a 7 cm. de longitud, midanse y anótense las longitudes de las raíces en todos los tubos. Asimismo, regis- -trese el número de semillas en cada tubo que no haya germinado bien.

Calcúlese la longitud promedio de las raíces en los tubos de control; sin incluir el crecimiento nulo de las raíces de las semillas no germinadas en el cálculo de - - esos promedios. Determinese el porcentaje de crecimiento que muestren las raíces de cada una de las plantas en los tubos de ensayo tratados, en comparación con la longitud promedio de las raíces de las plantas de control no tratadas.

Si la mitad o más de las plantas de prueba de una -

especie muestra un aumento del crecimiento de las raíces del 50% o más, se considera que el producto químico aplicado es muy activo en las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento. Si la mitad o más de las plantas de prueba de una especie tienen de 20 a 50% de aumento en el crecimiento de las raíces, en un tratamiento, se considera que el producto químico aplicado es activo, en las condiciones del experimento. Si menos de la mitad de las plantas de una especie muestran un aumento de más del 20% en el crecimiento de las raíces, en un tratamiento, se considera que el producto químico es inactivo en las condiciones en que se llevó a cabo el experimento. Si se demuestra que un compuesto es activo o muy activo en las concentraciones iniciales, se recomienda hacer experimentos a menores concentraciones y repetirse hasta determinar la dosificación mínima que se necesita para producir un efecto clasificado como activo. (32)

Semilla	Longitud en cm. de la raíz de: Testigo	de la raíz de: Diosgenina	% de aumento sobre testigo.
Mafz	2	5	150 %
Trigo	1	3	200 %
Sorgo	3.5	6	71.4%
Soya	2.5	6.5	160 %
Frijol	3	7	133.3%

Discusión de Resultados

El experimento anterior muestra que la aplicación de Diosgerina a semillas en germinación, induce el crecimiento de la raíz de las mismas, aumentando así la producción de biomasa de las plantas y acelerando su desarrollo; provocando con ello que la planta quede afianzada más rápida y eficientemente a la tierra y resistir a cambios climatológicos como vientos fuertes desde la primera etapa de su desarrollo; permite además una absorción efectiva del agua y sales minerales del medio ambiente optimizando el abastecimiento de nutrientes a la planta procurándole un mejor crecimiento, por lo cual se considera a la Diosgenina como una hormona estimulante del crecimiento muy activa ya que todas las plantas estudiadas presentan un incremento mayor del 50%.

2. METODOS FISICOS

Los datos que a continuación se presentan se tomaron colateralmente a la parte experimental de este trabajo.

En este capítulo se analizan separadamente cada factor estructural de la planta, y se analiza su respuesta frente al uso de Diosgenina como hormona estimulante del crecimiento.

2.1. MEDICION LONGITUDINAL DE ALTURA DE LAS PLANTAS

Semilla	Altura Promedio en cm. de las plantas:		% de aumen to sobre testigo
	Testigo	Diosgenina	
Maíz	57	127.5	123.7
Trigo	60	90	50
Sorgo	140	200	42.9
Soya	45	87	93.3
Frijol	30	50	66.7

De acuerdo a los datos registrados en el cuadro anterior, las semillas tratadas con la fitohormona desarrollaron una altura mayor con respecto a las testigo, asumiendo por ello que la diosgenina promueve la producción de biomasa en las plantas originando una longitud estructural mayor en este caso específicamente del tallo, tejido conductor en la planta y que también funciona como soporte y protección y es sin duda la parte estructural principal de la planta.

2.2. MEDICION LONGITUDINAL DE LAS RAICES DE LAS PLANTAS

Semilla	Longitud en cm. de la raíz de:		% de aumento sobre testi- go
	Testigo	Diosgenina	
Maíz	2	5	150 %
Trigo	1	3	200
Sorgo	3.5	6	71.4
Soya	2.5	6.5	160
Frijol	3	7	133.3

La función principal del sistema radicular de las plantas es el de la absorción del agua y materiales nutritivos que están disueltos en ella y que provienen del suelo, además de la fijación de la planta y almacenamiento de reservas, de aquí la importancia del rápido desarrollo de esta estructura, sobre todo en el caso de plantas comerciales utilizadas en la alimentación del hombre, ya -- que un eficiente desarrollo de la raíz de la planta ayuda a optimizar la nutrición del vegetal a través de una mejor absorción del agua de riego localizada en el subsuelo, o en el caso de mantos acuíferos subterráneos profundos, el crecimiento de la raíz ayuda a garantizar agua suficiente para el desarrollo del vegetal en zonas poco húmedas, agilizando su crecimiento y desarrollo pudiendo ade-

más acelerar su crecimiento y acortar su ciclo. De igual forma, este aumento longitudinal de la raíz, hace más resistentes a las plantas a cambios bruscos de viento evitando su pérdida por acamamiento.

En el cuadro anterior se observa que la Diosgenina actúa como hormona estimulante del crecimiento, por incentivar el aumento en longitud de la raíz por aumento en tamaño y número de células en un período relativamente corto, lo cual trae como consecuencia un mejor desarrollo general de la planta, mayor resistencia al acamamiento, disminución de su ciclo y aumento en su rendimiento, que representa un factor muy importante para aumentar el rendimiento de las cosechas de las plantas comerciales destinadas al consumo humano.

2.3. MEDICION DEL PESO DE GRANOS, PAJA, VAINAS Y/O
 PANOJA (SEGUN SEA EL CASO)

Semilla	Tratamiento	Peso en gramos de:		
		PAJA	COLOJE	GRANOS
MAIZ	Testigo	505.3	137.3	339.8
	Diosgenina	2,634.7	298.1	1,126.9
	% de Aumento sobre testigo	521.4	217.1%	331.6%
			ESPIGA	GRANOS
TRIGO	Testigo		24	0.79
	Diosgenina		36	1.60
	% de Aumento sobre testigo		150 %	203.7%
			VAINA	GRANOS
SOYA	Testigo		4.64	6.4
	Diosgenina		8.83	10.8
	% de aumento sobre testigo		190.3%	168.8%
			PANOJA	GRANOS
SORGO	Testigo		115	62.4
	Diosgenina		140	155.4
	% de aumento sobre testigo		121.7%	249.04%
			VAINA	GRANOS
FRIJOL	Testigo		11.75	50.7
	Diosgenina		62.05	312.8
	% de aumento sobre testigo		528.09	616.9%

En este cuadro se pretende señalar específicamente la acción de la Diosgenina sobre el rendimiento de producción de las cosechas escogidas para el experimento, y cabe señalar que en cada caso se obtuvo un aumento en el peso de los granos de más del 100%, triplicando el rendimiento en el caso del maíz, o sextuplicando el rendimiento en el caso del frijol señalándolo como la semilla de mayor sensibilidad a la fitohormona en cuanto a desarrollo de biomasa por grano aumentando el peso de cada grano de la planta, lo que coloca a la Diosgenina como promotora del desarrollo vegetal y aumento en el rendimiento de producción.

2.4. NUMERO DE HILERAS O VAINAS Y GRANOS POR PLANTA
(SEGUN SEA EL CASO)

Semilla	Tratamiento	Número de:	
		Hileras de granos	Granos
MAIZ	Testigo	10	1 785
	Diosgenina	13.4	4 106
	% de aumento sobre testigo	134 %	230 %
		Hileras de espiguillas	Granos
TRIGO	Testigo	8	2
	Diosgenina	12	4
	% de aumento sobre testigo	150 %	200 %
		Vainas p/ planta	Granos
SOYA	Testigo	16	2
	Diosgenina	112	3
	% de aumento sobre testigo	700 %	150 %
		Panojas p/ planta	Granos
SORGO	Testigo	23	66
	Diosgenina	28	75
	% de aumento sobre testigo	121.7%	113.6%
		Vainas para planta	Granos
FRIJOL	Testigo	28	2
	Diosgenina	211	3
	% de aumento sobre testigo	753.6%	150 %

En los datos que anteriormente aparecen, podemos -- apreciar que en lo referente a hileras de granos, hileras de espiguillas, vainas y panojas por planta según cada caso, las plantas tratadas con Diosgenina muestran un aumento en el número de ellas de más del 100%, siendo las leguminosas (soya y frijol) las semillas de mayor respuesta a la fitohormona con un 700% de aumento, lo que conduce a su vez a un aumento en el número de granos por planta, donde también tenemos una producción en todos los casos de más del 100%, por tanto la Diosgenina interviene directamente en la producción de biomasa del fruto vegetal, -- por medio de una estimulación en el inicio de la floración de cada planta, se cree que la fitohormona pueda intervenir en el ciclo vegetal al ser transportada de la -- raíz a las células del tallo y a sus ramificaciones, sitios en donde es inducida la floración mediante un estímulo químico-hormonal en el metabolismo de la planta, acelerando de este modo la producción de frutos e incrementando el número de ellas aumentando así el rendimiento -- por planta.

2.5. TIEMPO DE MADURACION

Semilla	Tratamiento	Tiempo de maduración
MAIZ	Testigo	200 días
	Diosgenina	180 días
	Diferencia	20 días
TRIGO	Testigo	65 días
	Diosgenina	53 días
	Diferencia	12 días
SOYA	Testigo	125 días
	Diosgenina	120 días
	Diferencia	5 días
SORGO	Testigo	130 días
	Diosgenina	122 días
	Diferencia	8 días
FRIJOL	Testigo	90 días
	Diosgenina	53 días
	Diferencia	37 días

Considerando que en México la mayoría de las zonas de producción agrícola son de temporal, se buscan semillas precoces o métodos para acelerar la maduración de las cosechas y evitar el peligro de las sequías o las heladas, con el uso de la Diosgenina como promotora de la producción de biomasa, y del crecimiento se puede disminuir el ciclo vegetativo de la planta haciendo que las co

sechas estén maduras en un menor tiempo del que se necesita sin el uso de la misma pudiendo evitar mermas de las cosechas por cambios climatológicos bruscos y aumentando por consiguiente el rendimiento en la producción, además se obtienen granos con una madurez uniforme resistentes al desgrane y se evitan pérdidas por inmadurez, otro factor que se suma al aumento en el rendimiento, además como se aprecia en el cuadro, esta diferencia en el tiempo de madurez es sumamente notoria en todos los casos, mostrando así que la Diosgenina interviene en el tiempo de duración del ciclo vegetativo acelerando el tiempo de maduración de los frutos de las cosechas.

VII. EVALUACION DE RESULTADOS

En lo referente a los parámetros medidos en todas y cada una de las semillas sometidas a experimentación, se registró un aumento en número de hileras de granos en cada fruto y por consiguiente un mayor número de granos en las semillas tratadas, así como mayor peso de cada producto tratado en comparación con las plantas testigo, aumentando de este modo los rendimientos de grano utilizable - en todas las cosechas, así como:

- Una aceleración en el ciclo vegetativo y desarrollo de tallos y follaje, estimulación a la floración y -- aparición de frutos en todos los casos así como aceleración en el proceso de maduración de los mismos, además se puede apreciar una madurez uniforme en todas las variedades y mayor resistencia al desgrane, evitando así el peligro de heladas o sequías en la zona de temporal, obteniendo cosechas más tempranas cuando hay escasez de las mismas en el mercado y finalmente mejorar las condiciones físicas y químicas del terreno por permitir la rotación de cultivos.

- Incremento en la producción de biomasa en las - - plantas por mayor carga de ejotes en el caso del frijol y

la soya, mayor cantidad de lóbulos en las panojas de sorgo, mazorcas más grandes en lo referente al maíz, así como espigas de un tamaño mayor en el trigo en comparación al tratamiento testigo.

- Mayor resistencia a cambios climatológicos, ya - que considerando que en las zonas de temporal es muy frecuente tener periodos secos con temperaturas altas, y en el caso de cosechas tardías son frecuentes las heladas, - es necesario que las plantas toleren o resistan esos cambios de clima, que destruyen los granos de polen con locual se evita la fecundación o formación de frutos, y en el caso de frutos ya formados pueden mermar los embriones evitando su desarrollo posterior, lo cual trae comoconsecuencia un bajo rendimiento de cosecha por planta.

- Resistencia a las plagas, reduciendo los costosde producción por el ahorro de insecticidas.

- Mejoramiento en las características de las semillas, por uniformidad en su tamaño y forma, color, sabor, contenido protéico, etc.

- Ausencia de fitohormonas en los productos finales de la cosecha, eliminando cualquier indicio de daños teratogénicos.

Con lo cual queda demostrado que el uso de Dicsgenina para aumentar el rendimiento en la producción de cosechas comerciales destinadas principalmente a consumo humano como son: el maíz, trigo, soya, frijol y que son una de las principales fuentes de proteínas del pueblo mexicano; y sorgo para consumo animal, es una alternativa para resolver los problemas de limitación de producción agrícola e indirectamente de nutrición nacional.

VIII. FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA DE LA APLICACION
MASIVA DE LA DIOSGENINA COMO HORMONA ESTIMULAN-
TE DEL CRECIMIENTO VEGETAL PARA EL CULTIVO DE
CEREALES Y OLEAGINOSAS

La factibilidad técnico económica de la aplicación_ de Diosgenina como hormona estimulante del crecimiento la realizamos bajo las siguientes bases:

1. COSTO DE LA APLICACION DE DIOSGENINA, FRENTE A LOS INGRESOS ADICIONALES POR INCREMENTOS DE PRODUCCION

1.1. COSTO DE LA DIOSGENINA \$420.00 Dlls/lb.

Costo de Aplicación de Diosgenina:

En el experimento se utilizaron, junto con el agua_ de riego: 10 gr/Ha a \$420.00 Dlls/lb. tenemos un costo de \$25,463.00 M.N.

$$\frac{420 \text{ Dlls/lb} \times 2,750 \text{ M.N./Dlls.}}{453.6 \text{ gr/lb.}} \times 10 \text{ gr.} = \$25,463.00/\text{M.N.}$$

- 1.2. INCREMENTOS DE PRODUCCION

La ganancia neta para el agricultor lz obtenemos de la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{Rendimiento Prom.} \\ \text{aplicado Diosge-} \\ \text{nina} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Rendimiento Prom.} \\ \text{del} \\ \text{Testigo} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Precio de} \\ \text{Garantía} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Costo de apli-} \\ \text{cación de Dios} \\ \text{genina} \end{array}$$

MAIZ:

3,511 Kg/Ha - 3,162 Kg/Ha =	349 Kg/Ha
349 Kg/Ha ÷ 1,000 Ton/Kg =	0.349 Ton/Ha
0.349 x \$435,490.00/Ton =	\$151,986.00/Ha
\$151,986.00 - \$25,463.00 =	\$126,523.00 Ganancia Neta

TRIGO:

4,255 Kg/Ha - 3,180 Kg/Ha =	1,075 Kg/Ha
1.075 Ton/Ha x \$395,000.00/Ton =	\$424,625.00/Ha
\$424,625.00 - \$25,463.00 =	\$399,162.00/Ha Ganancia neta

SOYA:

4,998 Kg/Ha - 3,003 Kg/Ha =	1,995 Kg/Ha
1.995 Ton/Ha x \$986,000.00/Ton =	\$1,967,070.00
\$1,967,070.00/Ha - \$25,463.00 =	\$1,941,607.00/Ha Ganancia neta

SORGO:

3,498 Kg/Ha - 2,339 Kg/Ha =	1,159 Kg/Ha
1.159 Ton/Ha x \$320,000.00/Ton =	\$370,880.00
\$370,880.00 - \$25,463.00 =	\$345,417.00/Ha Ganancia Neta

FRIJOL

1,251 Kg/Ha - 203 Kg/Ha	=	1,048 Kg/Ha
1.048 Ton/Ha x \$923,945.00/Ton	=	\$968,294.00
\$968,294.00 - \$25,463.00	=	\$942,831.00/Ha Ganancia
		Neta

En todos los casos anteriores podemos observar que con una inversión de \$25,463.00 que representa aproximadamente un 5% de la ganancia, se obtiene por el incremento en el rendimiento una ganancia neta positiva en cada caso, lo cual da como resultado entrada de capital mayor para el agricultor sin un costo alto de producción aumentando su utilidad de manera significativa.

2. COSTO DE LA APLICACION DE DIOSGENINA, FRENTE A LA DISMINUCION DE RIESGOS AL ABATIR EL CICLO VEGETATIVO, ELIMINANDOSE UN ALTO PORCENTAJE DE MERMAS EN LA PRODUCCION POR: HELADAS, GRANIZO O FALTA DE AGUA DURANTE LOS CICLOS VEGETATIVOS LARGOS.

De acuerdo con las estadísticas agrícolas desde 1976 a 1987, las mermas en la producción agrícola debido a heladas, granizo, falta o exceso de lluvias, etc., es la siguiente:

Cuadro No. 16
 MERMAS DE PRODUCCION AGRICOLA.

Semilla	Merzas en %	Producción estimada sin Diosgenina	Producción estimada sin riesgo	Ton. Perdidas por el agricultor	Pérdidas del agricultor
MAIZ	18%	3.162 Ton/Ha	3.857 Ton/Ha	0.695 Ton/Ha	\$344,025.00
TRIGO	25%	3.180 Ton/Ha	4.240 Ton/Ha	1.060 Ton/Ha	\$477,000.00
SOYA	30%	3.003 Ton/Ha	4.290 Ton/Ha	1.287 Ton/Ha	\$1480,050.00
SORGO	15%	2.339 Ton/Ha	2.752 Ton/Ha	0.413 Ton/Ha	\$156,940.00
FRLJOL	20%	0.203 Ton/Ha	0.254 Ton/Ha	0.051 Ton/Ha	\$ 45,900.00

Fuente: Econotecnia Agrícola. (11)

El cuadro anterior muestra que debido al atraso tecnológico que tenemos en lo referente a la agricultura, de cada cosecha plantada por el agricultor se obtienen pérdidas importantes debido a sismos climatológicos que afectan los ciclos debido a que son muy largos y sumando la gran demanda alimenticia que existe en el país es imprescindible evitar el mayor porcentaje posible de pérdidas y tomando en cuenta que con una inversión de \$25,463.00 por cada 10 Ha. de siembra se acortan los ciclos vegetativos, logrando bajar de esta manera el porcentaje de pérdidas debido a heladas, exceso de lluvias, etc., lo cual representa un ingreso más alto para el agricultor por reducción de pérdidas, una mayor cantidad de granos para consumo, con lo cual bajarían el costo del producto y evitaría la salida de divisas por importación de los mismos.

3. COSTO DE LA APLICACION DE DIOSGENINA FRENTE A LA POSIBILIDAD DE INCREMENTAR EL NUMERO DE SIEMBRAS POR AÑO, POR ABATIMIENTO DE LOS CICLOS VEGETATIVOS

En la actualidad se siembran dos cosechas al año; - con la cantidad de toneladas por hectárea multiplicada -- por el precio de garantía de ambas siembras nos dá por resultado el ingreso por año; como se muestra en el cuadro siguiente:

No. 1 en el Noroeste Trigo + Soya
 [3.162 Ton/Ha (Trigo) x \$395,000.00/Ton] + [3.003 Ton/Ha
 (Soya) x \$986,000.00] = \$4,209,948.00 anual.

No. 2 en el Centro Sorgo + Maíz
 [2.339 Ton/Ha (Sorgo) x \$320,000.00/Ton] + [3.262 Ton/Ha
 (Maíz) x \$435,490.00/Ton] = \$2,169,048.00 anual.

Si se hubiese aplicado Diosgenina se hubieran logrado 3 cosechas por año; al reducir al 50% el tiempo del ciclo vegetativo, reflejándose en el ingreso anual de la forma siguiente:

No. 1 en el Noroeste Trigo + Soya + Maíz
 [4.255 Ton/Ha (Trigo) x \$395,000.00/Ton] + [4.998 Ton/Ha
 (Soya) x \$986,000.00/Ton] = [3.511 Ton/Ha (Maíz) x
 \$435,490.00/Ton] = \$8,137,758.00 anual.

No. 2 en el Centro Sorgo + Maíz + Trigo
 [3.498 Ton/Ha (Sorgo) x \$320,000.00/Ton] + [3.511 Ton/Ha
 (Maíz) x \$435,490.00/Ton] + [4.255 Ton/Ha (Trigo) x
 \$395,000.00/Ton] = \$4,329,090.00 anual.

Tomando en cuenta ambos datos notamos que el ingreso anual por cosecha se duplica con la aplicación de Diosgenina, la cual permite al reducir el ciclo vegetativo la in--

roducción de una cosecha más por año, lo que representa - 50% más de ingresos al productor, reducción de mermas por sequía o lluvias excesivas, etc., rotación de cultivos y - mejoramiento del suelo, mayor disposición de granos para - consumo, lo que trae como consecuencia un menor precio del producto y reducción del tonelaje de importación de granos para cubrir su demanda en México; con lo cual se benefi-- cia el productor directo y la economía del país además de_ que la población en general dispondría de granos básicos a precios razonables, ayudando así a solucionar una parte -- del desabasto de granos en el país y contribuyendo a mejo-- rar la alimentación del mexicano ya que se contaría con -- los recursos necesarios para una mejor nutrición de los ha bitantes del país.

4. COSTO DE LA APLICACION DE DIOSGENINA, FRENTE A LA ELIMINACION O ABATIMIENTO DE IMPORTACIONES DE GRANOS (CEREALES Y OLEAGINOSAS); ES DECIR, EVITAR SALIDA DE DIVISAS

En el cuadro siguiente se muestra una estimación de los déficits en granos (cereales y oleaginosas) calculados en México para 1989.

Grano	Déficit Tons.	Costo Dlls/Ton
Maiz	80,039	145
Trigo	-	108
Sorgo	2,000,000	148
Soya	925,000	250
Frijol	100,000	520

Como vimos anteriormente el costo de la aplicación - de Diosgenina es de \$25,463.00/M.N. En el caso del sorgo_ observamos que experimentalmente obtuvimos un incremento - en el rendimiento de 1.159 Ton/Ha, en la actualidad se - - siembran 1,850,000 Ha de Sorgo en el país y producen - - 6,382,500 Ton; el rendimiento sin el uso de Diosgenina se_ calculó en 3.45 Ton/Ha; y sin embargo se requieren - - - 8,382,500 Ton de sorgo en 1989 para cubrir las necesidades del país; tomando en cuenta que el incremento en el rendimiento de sorgo es de 1.159 Ton/Ha usando Diosgenina, se - necesita aplicar en: 1,725,625 Ha de acuerdo al siguiente_ cálculo:

$$\frac{2,000,000 \text{ Ton de Déficit}}{1.159 \text{ Ton/Ha}} = 1,725,625 \text{ Ha.}$$

El costo de aplicación de Diosgenina en este número de hectáreas sería de:

$$1,725,625 \text{ Ha} \times \$25,463.00 = \$43,939,580,000.00$$

Sin el uso de Diosgenina los 2 millones de toneladas de sorgo tendrían que ser importadas calculándose una salida de divisas por sorgo de:

$$2,000,000 \text{ Ton} \times \$148 \text{ Dlls/Ton} \times \$2,750.00 \text{ M.N./Dlls} \\ = \$ 814,000,000,000.00$$

Con el uso de Diosgenina como inductor de un aumento en el rendimiento de producción de granos, obtenemos un ahorro de divisas que se podrían utilizar para cubrir algún otro renglón de desarrollo para México de acuerdo al cálculo estimado de la diferencia neta para el país de:

$$814,000,000,000.-- \text{ } 43,939,500,000 = 770,060,500,000.--$$

En el caso del maíz, se obtuvo un incremento de - - 0.3490 Ton/Ha con el uso de la Diosgenina y con un déficit de 80,039 Ton, se requieren sembrar:

$$\frac{80,039 \text{ Ton}}{0.3490 \text{ Ton/Ha}} = 229,338 \text{ Ha}$$

Aplicándoles Diosgenina a estas 229,338 Ha para que incrementen su rendimiento por cosecha se requiere hacer un gasto de:

$$229,338 \text{ Ha} \times \$25,463.- = \$5,839,633,494.00$$

Importando las toneladas de maiz necesarias para cubrir este déficit se requiere la cantidad de:

$$80,039 \text{ Ton} \times \$145.00 \text{ Dlls} \times \$2,750.- \text{ M.N./Dlls.} = \\ = \$31,915,550,000.00$$

Comparando el costo de la aplicación de Diosgenina con el costo de importación de maiz obtendríamos un ahorro de:

$$\$31,915,550,000.00 - \$5,839,633,494.00 = \$26,075,910,000.00$$

Asimismo el déficit de soya y asumiendo un aumento de rendimiento de 1.9950 Ton/Ha requiere de: 463,659 Ha por sembrar:

$$\frac{925,000 \text{ Ton}}{1.9950 \text{ Ton/Ha}} = 463,659 \text{ Ha}$$

El uso de Diosgenina requeriría un gasto de:

$$463,659 \text{ Ha} \times \$25,463.00 = \$11,806,140,000.00$$

Comprando en los mercados internacionales las 925,000 Ton de soya necesarias, costaría al país:

$$925,000 \text{ Ton} \times \$250 \text{ Dlls.} \times \$2,750.00 \text{ MN/Dlls} = \\ = \$635,937,500,000.00$$

La diferencia de costos entre el uso de Diosgenina y el costo de importación de soya es de:

$$\$635,937,500,000.00 - \$11,806,140,000.00 = \$624,131,300,000.00$$

En lo referente al frijol se obtuvo un incremento de 1.048 Ton/Ha con lo cual se requerirían 95,419 Ha. para cubrir el déficit de frijol de México:

$$\frac{100,000.- \text{Ton}}{1.048 \text{ Ton/Ha}} = 95,419 \text{ Ha.}$$

Usando Diosgenina para aumentar el rendimiento por hectárea se necesitaría un gasto de:

$$95,419 \text{ Ha} \times \$25,463.00 = \$2,429,653,997.00$$

La importación de las 100,000 Ton de déficit de frijol implica el gasto de:

$$\begin{aligned} 100,000 \text{ Ton} \times \$520 \text{ Dlls} \times \$2,750.00 \text{ M.N./Dlls} &= \\ &= \$143,000,000,000.00 \end{aligned}$$

Restando el costo del uso de Diosgenina con el costo de importación de frijol, obtenemos un ahorro de: \$140,570,030,000.00 que saldrían como salida de divisas - por compra de granos de importación para el abasto popular.

\$143,000,000,000.00-\$2,429,653,997.00 = \$140,570,030,000.00

Sumando todas las diferencias entre el costo del uso de Diosgenina y el costo de importaciones de frijol, soya, sorgo y maiz obtenemos la cantidad de \$1,560,783,280,000.-.

Sorgo	\$ 770,006,040,000.00
Maiz	\$ 26,075,910,000.00
Soya	\$ 624,131,300,000.00
Frijol	\$ <u>140,570,030,000.00</u>
	\$ 1,560,783,280,000.00

Esta cifra representa el ahorro de divisas que son utilizadas para la compra de granos en el extranjero e importarlos para cubrir los déficits en producción agrícola, cantidad de dinero bastante apreciable que se podría destinar a otros gastos también de importancia para México, ya que aunque el uso de Diosgenina también representa un gasto de importación, éste es sensiblemente menor al gasto -- que se tendría que hacer por la importación de granos básicos utilizados frecuentemente en la dieta popular del mexicano como lo son maiz y frijol, principalmente.

5. COSTO DE LA APLICACION DE DIOSGENINA, FRENTE AL ABATIMIENTO DE LA INFLACION DE LA CANASTA BASICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, POR SOSTENIMIENTO DE PRECIOS DE GARANTIA DE CEREALES Y OLEAGINOSAS, AL REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCION POR TONELADA, POR INCREMENTOS DE LA EFICIENCIA AGRICOLA CON EL USO DE LA DIOSGENINA.

En la actualidad, la inflación es un tema muy controvertido y comentado en general. Como primer punto se definirá a grandes rasgos qué es inflación, en términos económicos la inflación es la creación de dinero no respaldado por reservas o un exceso de circulante en términos de bienes o servicios disponibles, es decir, es la carencia de recursos para sostener el desarrollo de un ente económico (empresa, país, etc.). Actualmente México atraviesa por una etapa inflacionaria muy severa ya que no se cuentan con los recursos suficientes para continuar con el desarrollo económico del país en todas las áreas que ello comprende (industria, agrícola, ganadera, hidráulica, química, etc.), y si no existe industria interna bien consolidada en un país, esto lo hace totalmente dependiente de otros países, perdiendo así su autonomía, por esta razón los gobiernos negocian créditos con otros países, para obtener recursos frescos para inyectar a su economía y continuar -

con su desarrollo; sin embargo estos préstamos conllevan a pagos de intereses a veces muy altos, por lo cual es necesario elevar los costos de los servicios otorgados por el gobierno solicitante del crédito y obtener los recursos para finiquitar el pago de estos adeudos, lo que representa un incremento en los costos de producción para el industrial y consecuentemente un incremento en el precio del producto terminado que repercute directamente en el poder adquisitivo de la población que al final es el sector más dañado, por el aumento de precios en general y un bajo poder adquisitivo, reflejándose directamente en un aumento de la inflación.

Por tanto, en cuanto a importaciones agrícolas de cereales y oleaginosas se refiere, un incremento en la producción nacional de estos enseres, representa para México un menor porcentaje de salida de divisas, por la compra de granos básicos pudiendo dirigir el costo representativo de estos productos hacia el desarrollo de otro sector industrial, una disminución en el costo de producción de granos procesados por obtención de materia prima más barata por ser de origen nacional, disminución en el precio del producto terminado, beneficiando así al consumidor directamente, ya que al bajar los precios se aumenta el poder adquisitivo de la población, disminuyendo también la inflación

ya que a mayor demanda se cuenta con mayores recursos para el desarrollo de la planta productiva del país, reflejándose en una mejoría en la calidad de vida de todos los sectores de la población.

El uso de Diosgenina en la producción agrícola de -- granos básicos principalmente, representa un aumento en el costo de producción de éstos, sin embargo tomando en cuenta que se reduce el ciclo vegetativo y se pueden obtener -- hasta más de 2 cosechas diferentes al año, la calidad de -- los granos es superior, ya que el tamaño del producto es -- más uniforme en general, se hacen más resistentes a enfermedades y se obtiene un rendimiento mayor que sin el uso -- de estimulantes del crecimiento; este costo es abatido totalmente ya que el productor obtiene un mayor beneficio -- por el aumento del volumen y diversificación de sus productos, es decir una mayor eficiencia de producción aumentando así sus utilidades por concepto de ventas a instituciones gubernamentales destinadas a la captación de productos del campo para su posterior industrialización, así se obtienen productos agrícolas a menor precio, un mayor tonelaje de granos para cubrir las demandas del país, disminución de importaciones y sostenimiento de precios de garantía de estos productos. El industrial obtiene materia prima también a un menor costo reduciendo de esta manera sus_

costos de producción, permitiendo un decremento en el precio del producto terminado.

La disminución de los precios de los productos en general permitirá una reducción en el costo de la canasta básica, aumentando el poder adquisitivo de la población por abatimiento de la inflación, creando un mejoramiento en el estandar de vida del pueblo de México que consecuentemente permitirá una mejor nutrición del individuo, mayor desarrollo físico y mental, y por tanto un pueblo en mejores condiciones para un México mejor cada día.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que la Diosgenina, fitohormona de carácter esteroïdal, es un recurso de alta significaci3n en la proliferaci3n celular de los vegetales, suponiendo que este tipo de sustancias activan la acci3n de los reguladores de crecimiento y a la vez a la formaci3n de los mismos, actuando como "hormonas maestras".

En general la Diosgenina produjo en las plantas tratadas una formaci3n de raices abundantes, tallo m1s resistente y grueso, mayor n1mero de hojas, aumento en el vigor de las plantas, incremento en el n1mero de frutos maduros, as1 como aumento en el tama1o de los mismos, sobreviviendo el 85% de las pl1ntulas logradas. El incremento de follaje se calcul3 en un 60% aproximadamente, m1s de lo normal y una producci3n de frutos mayor, calcul1ndose en el doble de los est1ndares establecidos. Todos los cultivos respondieron positivamente a la adici3n de Diosgenina, not1ndose cierta selecci3n en el cultivo de frijol y soya, quienes mostraron una mayor respuesta a la acci3n de la fitohormona. Se puede observar claramente en comparaci3n con los testigos, que las plantas a las que se les agreg3 esta sustancia no presentan las plagas invasoras naturales y las hojas son m1s brillantes.

Los estudios de tipo teratogénico no reportaron datos positivos, ni del extracto de Diosgenina, ni de las cosechas con la fitohormona, concluyéndose que por ser compuestos biodegradables las plantas lo aprovechan totalmente y no se encuentran rastros en granos o derivados. De igual forma, los estudios de acumulación en suelos han resultado negativos.

Otro efecto observado es la capacidad de controlar la madurez de las cosechas y regulación de la caída de las hojas, pudiendo así acortar el ciclo vegetativo de las plantas, además un sensible incremento en los rendimientos de producción mediante la ramificación de las plantas por un aumento significativo en la biomasa de las plantas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda ampliar el patrón de cultivos de tradicionales a no tradicionales que se pueden introducir en las distintas regiones del país, obteniendo así un incremento en la producción de una mayor variedad de cultivos.

También sería recomendable continuar con diversos estudios de investigación tecnológica para desarrollar procesos de producción de fitohormonas esteroidales a partir de harina de barbasco y otras materias primas esteroidales, -

así como una reducción en sus costos de producción y su escalamiento industrial para promoción de estos procesos y poder dar servicio a un mayor número de hectáreas en el país.

La generalización del uso de Diosgenina como hormona estimulante del crecimiento en cultivos tradicionales como no tradicionales sería de gran trascendencia en los aspectos tanto económico como social del país, ya que con un pequeño desembolso adicional al costo de producción -- agrícola e introduciendo la aplicación de aproximadamente 3 a 15 gramos por hectárea, dependiendo el tipo de cosecha, de Diosgenina en 3 riegos y considerando que su elaboración se realizara a un precio razonable, se puede incrementar en un 40-60% en promedio los rendimientos por hectárea de granos, pudiendo ser de gran importancia para el incremento en el rendimiento de granos básicos como son maíz, trigo, arroz y frijol, principalmente, consumidos como principales nutrientes por la mayoría del pueblo mexicano; incremento que se registraría en un mayor número de toneladas anuales permitiendo no solo la autosuficiencia en granos básicos del país, sino que habría excedentes para exportación y subsecuentemente una mayor entrada de divisas, así como menores costos de producción de granos, un menor precio al público, abatimiento de la infla-

ción y mejor nivel nutricional del pueblo mexicano, lo que trae consigo un incremento en el nivel intelectual del individuo, aumento en sus características pondo-estructurales, mayor resistencia a enfermedades y, en general, un -- mejor desarrollo.

X. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Applebaum, S.W., Marco S., and Birk Y., "Saponins as possible factors of resistance of Legum seeds to the attack of Insects", Journal Agriculture Food Chemistry, 10-14, 1970.
- 2.- Anderson, I.C. et. al, "Response of Soybeans to Triiodobenzoic acid", Internacional Minerals and Chemistry Corporation, 3:103-115, 1965.
- 3.- Bangham, A.D., and Horne R.W., "Action of saponin on biological cell membranes", Nature 196; 952-953, 1972.
- 4.- Bennett-Clark, J.A., y Kefford, N.P., "Chromatography of the growth substances in plant extracts", Nature 171: 645-647, 1973.
- 5.- Block, K., "The Biological synthesis of cholesterol", Science 150: 19-28, 1965.
- 6.- "Como es México", Manuales de Información Básica de la Nación, Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General del Sistema Nacional de Información, México, 1979.
- 7.- Cravens, W.W. and Sipos, E., "Processed Plant Protein Foodstuffs", A.M. Alt schul Editions, Academic Press, New York, 383-385, 1978.
- 8.- Chemical Abstracts; Fórmulas $C_{23}H_{21}O_7$ - $C_{28}H_{22}NP$; 10th Collective Index, American Chemistry Society, Vol. 86-85, USA, 1983.
- 9.- Chemical Abstracts, Chemical Substances, 10th Collective Index, American Chemistry Society, Vol 90-95, USA, 1983.
- 10.- Djerassi, C. et al, "Steroidal Sapogenins", Journal American Chemistry Society, 73: 5513-5514, 1971.
- 11.- Econotecnica Agrícola; Consumos Aparentes de Productos Agrícolas 1925-1980, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Agricultura y Operación, Dirección General de Economía Agrícola, Vol. 5, México, 9; 1981.

- 12.- Econotecnía Agrícola, Consumos Aparentes de Productos Agrícolas 1925-1982, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Agricultura y Operación, Departamento de Estudios de Economía Agropecuaria Nacional; Vol. 7, México, 7; 198.
- 13.- Fieser L.; Química Orgánica Superior, Ediciones Grijalbo, S.A.; 1, España, 1895-1898, 1966.
- 14.- Galston A.W. y Davies J.P., "Control Mechanisms in Plant Development", Englewood Cliff, N.J., Prentice-Hall, 1970.
- 15.- Galston A.W. y Davies J.P., "Hormonal Regulations in Higher Plants"; Avi Publishing Company Inc., New York, 1978.
- 16.- Gestetner, B. et al, "A method for the determination of sapogenin and saponin contents in soya-beans", Phytochemistry, 5:803-806, 1976.
- 17.- Goodman, J., y Gilman, F., "Las bases farmacológicas de la terapéutica", Editorial Médica Panamericana, (6), México, 1982.
- 18.- Gustafson, F.G., "The extraction of growth hormones from plants", American Journal Botanic 28:947-951, 1961.
- 19.- Hanson, C.H. et al, "Saponin content of alfalfa as related to location, cutting, variety and other variables", Agricultural Department of Research U.S., 34, 144, 1973.
- 20.- INEGI, "Boletín de Información Oportuna del Sector Alimentario". N° 5, 3-22, Mayo, 1986.
- 21.- INEGI, "Boletín de Información Oportuna del Sector Alimentario", N° 45, 3-23, Septiembre, 1989.
- 22.- Información Agropecuaria y Forestal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Agricultura y Operación; Dirección General de Economía Agrícola, México, 1983.
- 23.- Ishaaya, I., et al., "Soya bean saponins N. Studies on their effect on birds, mammals and cold blooded organisms", Journal, Scienciese Food Agriculture 58, 103-105, 1979.

- 24.- Jacob, A., Uexküll H., "Fertilizer use, Nutrition and Manuring of Tropical Corps", Verlagsgesellschaft für, Ackerbau mbH Hannover, (2), Germany 1960.
- 25.- Kawasaki, T., and Yamauchi, T., "Structures of dioscin, gracillin and kikubar saponin (Saponins of Japanese Dioscoreaceae)", Journal Biology Chemistry 9: 142-145, 1972.
- 26.- Kobert, R., "Saponins, Their properties composition and uses", Chemistry Pharmaceuticall Bulletin, 10: 244-245, 1971.
- 27.- Leopold, A. C., "Plant Growth Development", Interscience Publishers, New York, 1978.
- 28.- Liener, I.E., "Toxic Constituents of Plant Foodstuffs", Academic Press, New York, 1970.
- 29.- Martínez y Reyes, J.E., "Estudio del Efecto de Hormonas Vegetales en el alargamiento y división celular del Alga Cianoficea Spirulina", Tesis Profesional, I.P.N., Escuela de Ciencias Biológicas, México, 1972.
- 30.- Mc Murray, W.C. y Magee, W.L., "Phospholipid Metabolism", Annu. Rev. Biochemistry, 41: 129-160, 1972.
- 31.- Medina Acevedo, Jorge Dr.
- 32.- Meyer A., Anderson, C., and Bohnzng, J. "Introduction to Plant Physiology", Interscience Publishers, Inc.; New York, 1978.
- 33.- Miller, J.H., "Experiments in Molecular Genetics", Cold Spring Harbor Laboratory, New York, 1972.
- 34.- Mitchell, J.W. and Livingston, G.A., "Métodos para el estudio de hormonas vegetales y substancias reguladoras del crecimiento", Edit. Trillas (20), México, 1983.
- 35.- Nounndorf, G., "Las Fitohormonas en Agricultura", Salvat Editores, México, 1951.
- 36.- Nooden, L., "Studies on the Role R.N.A., Sythesis in Auxin Induction of Cell Enlargement", Plant Physiology, 43:140, New York, 1968.

- 37.- Pasich, B., "Paper Chromatography of natural Saponins", Nature, 190:831, USA, 1971.
- 38.- Phillips, I.D.J., "Introduction to the Biochemistry and Physiology of Plant Growth Hormones", Mc Graw Hill, New York, 1971.
- 39.- "Proyecto Estratégico de Fomento a la Producción de Maíz" (Propuesta Definitiva). Programa Nacional de Desarrollo Rural e Integral 1985-1988, Sistema Integral de Estímulos a la Producción Agropecuaria, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, Junio 1986.
- 40.- Puebla, M., "Fito-hormonas: ¿Ante una nueva revolución verde", Sonora Investigación y Desarrollo, Centro de Investigación y Desarrollo de los Recursos Naturales de Sonora, 12:6-16, México, Junio 1985.
- 41.- Sánchez Rodríguez, Fernando, "Situación del trigo como materia prima industrial en México", México, Octubre 1985.
- 42.- Sánchez Rodríguez, Fernando, "Situación General del Maíz como materia prima industrial en México", México, Junio 1982.
- 43.- SARH. Dirección General de Política Sectorial.
- 44.- Seymour, J., "La vida en el campo", Gufa Práctica Ilustrada, Edit. Blume, España, 1976.
- 45.- Shoppe, C.W., "Chemistry of the steroids", Butterworths, Londres (2), 1974.
- 46.- Van Atta, G.R., and Guggols, J., "Forage constituents: detection of saponins and sapogenins on paper chromatograms by Liebermann-Burchard reagent", Journal Agriculture Food Chemistry, 6:849-850, 1978.
- 47.- Wakil, S., et col., "Lipid Metabolism", Academic Press, New York, 1971.
- 48.- Wall, M.E. et col., "Steroidal Sapogenins 1 Extraction isolation and identification", Journal Biology and Chemistry, 198:533-543, 1972.
- 49.- Weaver, R.J., "Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura", Edit. Trillas, México (1), 1976.