

**EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE ACIDO GIBERELICO EN MEXICO**

ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ

MEXICO, D. F.

1970



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.

FACULTAD DE QUÍMICA

Evaluación Técnico-Económica de una Planta
Productora de Acido Giberélico en México

T E S I S

Que para obtener el título de :
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a :
ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ

México, D. F.

1970

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE	ING. ENRIQUE RANGEL TREVIÑO
VOCAL	ING. EDUARDO ROJO Y DE REGIL
SECRETARIO	ING. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA
PRIMER SUPLENTE	ING. GUILLERMO CARSOLO PACHECO
SEGUNDO SUPLENTE	ING. JULIO CORDERO GARCIA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

FACULTAD DE QUIMICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

SUSTENTANTE
ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ



ASESOR DEL TEMA
ING. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA



DEDICATORIA

A la memoria de mi padre,

Enrique Ortega López ejemplo en mi vida con eterno agradecimiento, cariño y admiración.

A mi madre,

María Trinidad Rodríguez de Ortega que ha sabido encauzarme hasta la culminación de mis estudios profesionales.

A ella, mas que a nadie, debo el haber podido realizar esta tesis.

Con profundo cariño y gratitud.

A la memoria de mi tío,

Neftalí Rodríguez Martínez cuyo ejemplo
y consejos quedarán grabados en mi vida

A mis hermanos,

José Luis y Carlos Alberto con
admiración y cariño

A mis maestros y amigos

INDICE RESUMIDO

CAPITULO	PAGINA
1. INTRODUCCION -----	11
2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	12
3. PROPIEDADES Y USOS -----	15
4. PROCESO DE FABRICACION -----	25
5. MERCADO -----	48
6. INVERSION DE LA PLANTA -----	74
7. ESTIMACION DE COSTOS -----	79
8. EVALUACION ECONOMICA -----	89

INDICE DESARROLLADO

	PAGINA
1. INTRODUCCION	11
2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
3. PROPIEDADES Y USOS	15
Historia del descubrimiento del ácido giberélico	15
Descripción del producto	17
Propiedades físicas y químicas	17
Comentarios sobre la naturaleza química del ácido giberélico	19
Propiedades biológicas	21
Toxicología	22
Dosis de aplicación	22
Formas de emplearlo	23
Presentación del producto	23
Usos	23
4. PROCESO DE FABRICACION	
Antecedentes	25
Microorganismo	27
Sustrato	28
Proceso fermentativo	29
Equipo de fermentación	34
Proceso de separación y purificación	35
Cálculo del equipo	38
Comentarios al proceso de fabricación	42
5. MERCADO	48
Industria maltera	49
Malta	52
Cerveza	53
Cebada	54
Notas sobre el uso del ácido giberélico en maltería	63

	PAGINA
Agricultura	67
Otras aplicaciones	71
Consideraciones finales del análisis de mercado	72
6. INVERSION DE LA PLANTA	74
Cálculo del valor del equipo y maquinaria	74
Cálculo del costo de construcción de la planta	75
Cálculo de la inversión fija	76
Cálculo del capital de trabajo	77
Cálculo de la inversión total	78
7. ESTIMACION DE COSTOS	79
Bases para la estimación del costo de producción:	
Materia prima	79
Mano de obra directa	80
Supervisión	80
Mantenimiento	80
Artículo de planta	80
Servicios	80
Renta	80
Regalías	81
Laboratorio	81
Depreciación	81
Seguros, Impuesto predial, iguales	81
Gastos de planta	81
Empaque	81
Investigación sobre producción	81
Transporte dentro de fábrica	82
Salarios del personal inicial de la planta	83
Distribución del tiempo del personal	84

Costo de producción para el primer año	86
Cálculo del costo de operación o gastos generales del primer año:	
Gastos de administración	87
Gastos de ventas	87
Gastos financieros	88
Gastos de investigación	88
8. EVALUACION ECONOMICA.	
Estado de pérdidas y ganancias a un año	90
Rentabilidad y tiempo de recuperación	91
Balance de apertura	92
Balance del día, transcurrido un año	93
Flujo de efectivo inicial	94
Flujo de efectivo a un año	95
División de los costos en fijos y variables	96
Gráficas del punto de equilibrio	97
A. Mercado mexicano supuesto	97
B. Ampliación del mercado.	
Producto a precio internacional	97
Consideraciones acerca de las gráficas del punto de equilibrio y de la rentabilidad de la inversión	97
Análisis de los estados financieros	102
Conclusiones del análisis de los estados financieros	103
BIBLIOGRAFIA	106
LISTA DE ILUSTRACIONES	10
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	112

LISTA DE ILUSTRACIONES

	PAGINA
FIGURA I. Giberelinas	20
II. Gibano	20
III. Esquema terpenoide	32
IV. Biosíntesis del ácido giberélico	33
V. Fermentadores	36
VI. Diagrama de bloques	44
VII. Diagrama de flujo	46
PLANO NUMERO UNO	
Localización de las malterías	50
PLANO NUMERO DOS	
Localización de las cervecerías	51
PLANO NUMERO TRES	
Localización de las zonas de cultivo de cebada	55
CUADRO I. Importación de cebada	57
GRAFICA 1. Producción de cebada	59
2. Importación de cebada	60
3. Consumo de malta	61
4. Consumo de cerveza	62
5. Punto de equilibrio A	98
6. Punto de equilibrio B	99
REPRESENTACIONES GRAFICAS:	
Proceso fermentativo	30
Desarrollo del inóculo	34
Rentabilidad vs producción, A	100
Rentabilidad vs producción, B	101

CAPITULO I

INTRODUCCION

En el año de 1967 fue realizado, en la Facultad de Química, un trabajo elemental de análisis de mercado y evaluación económica para una planta productora de ácido giberélico.

Como en dicho trabajo se obtuvieron resultados que hacían pensar en la viabilidad de una empresa que se dedicara a fabricar la substancia mencionada, se presentó la necesidad de proseguir la investigación iniciada.

El presente estudio es una continuación de aquel trabajo y consiste, esencialmente, de un análisis de mercado y de una evaluación económica intermedios.

El ácido giberélico es una substancia de propiedades biológicas muy interesantes, que la hacen tener un gran mercado potencial en la agricultura.

Uno de los problemas principales fue el de estimar la utilidad real del producto. Se trató de averiguar cuales son sus aplicaciones actuales y cuales sus posibles usos.

Fue necesario efectuar una revisión bibliográfica y entrevistar a muchas personas para llegar a enterarse medianamente de las características de su mercado y de su proceso de fabricación.

Con la ayuda de cálculos económicos se buscó determinar, con mayor exactitud que en el estudio que le precedió, la factibilidad de instalar esa industria en el país.

CAPITULO 2

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se considera que no es viable instalar una planta para producir ácido giberélico para satisfacer el mercado mexicano que se supuso en base al análisis de mercado.

Las razones que nos hacen decir ésto son las siguientes:

La rentabilidad de 10% que se obtuvo es muy baja para el riesgo involucrado en éste tipo de empresas.

El tiempo de recuperación de 4.3 años es demasiado alto y no llama la atención de posibles inversionistas.

Cuando el mercado nacional alcanzara un volumen de ventas de 167 kilogramos, al precio de 14 pesos por kilogramo, el negocio se podría tornar interesante.

Suponiendo que en los años próximos no apareciese un nuevo proceso de fabricación, que el precio se mantuviese constante y que la demanda creciera a un ritmo del 7% anual, en 5 años más se tendrían las condiciones propicias anteriormente señaladas.

Para un mercado mayor sí se justificaría la inversión. Los cálculos hechos para una ampliación de mercado en base a un producto a precio competitivo en el ámbito internacional, mostraron que se necesitaría vender anualmente 57 kilogramos del producto en el mercado exterior, es decir, un total de 177 kilogramos de ácido giberélico si tomamos en cuenta los 120 kilogramos del mercado interior, para que el negocio adquiriera un aspecto lucrativo.

Dado que el mercado latinoamericano se estima en 300 kilogramos, esto es, casi tres veces la magnitud del consumo mexicano, se ve que existe la posibilidad de vender la cantidad de producto aceptada como mínima para que la empresa sea rentable.

Creemos que es una época propicia para introducirse y controlar el mercado latinoamericano. Podríamos ser los primeros en producirlo en Iberoamérica y buscar apoyo en los convenios internacionales para desplazar a los actuales proveedores, y desarrollar una política progresista para tratar de consolidarnos como únicos fabricantes.

Pero la decisión para detenerse o seguir con la idea de fabricarlo, depende de la opinión que den especialistas en materia de inversiones.

En caso de una respuesta afirmativa se continuaría con las siguientes etapas:

1. Análisis exhaustivo de mercado
2. Evaluación económica exhaustiva
3. Toma de decisión definitiva
4. Construcción de la planta
5. Arranque
6. Operación

Además se buscaría la cooperación de una de las empresas elaboradoras del producto para que aportara un criterio acerca de la conveniencia de fabricar ácido giberélico en Latinoamérica y,

en caso de que juzgara positivamente el proyecto, se pediría su participación en los pasos posteriores.

Sería conveniente integrar ésta industria dentro de otra para disminuir el riesgo que presenta una empresa de un sólo producto y para diluir costos de producción y operación.

CAPITULO 3

PROPIEDADES Y USOS

El ácido giberélico tiene una historia interesante, la cual se relatará con brevedad. A continuación se hará una descripción del producto y se verá lo referente a sus propiedades físicas y químicas, junto con un comentario sobre la naturaleza química del ácido giberélico. Luego se hablará de sus propiedades biológicas. Además se incluyen: la toxicología del producto, sus dosis de aplicación y las formas de emplearlo; así como sus diversas presentaciones. Finalmente se tratará lo referente a sus usos.

HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO DEL ACIDO GIBERELICO

El fitopatólogo japonés E. Kurosawa en 1928, trabajando en la isla de Formosa, al estudiar una enfermedad del arroz descubrió la existencia de las giberelinas. Las plantas enfermas crecían excesivamente altas, éstas generalmente no podían soportar su propio peso y llegaban a morir de los efectos combinados de debilidad y daño causado por el parásito. Los japoneses llamaban a dicha dolencia "bakanae", que en su lengua significa "plántula loca". Esta enfermedad es causada por el hongo Gibberella fujikuroi, ascomiceto cuyo habitat y medio de dispersión es la tierra.

Kurosawa encontró que el líquido extraído del cultivo del hongo producía en plantas sanas el mismo efecto que el hongo. Esto sugirió qué: el incremento en el crecimiento en las plantas infectadas era causado por un metabolito soluble del hongo. Otros biólogos ha-

llaron que el líquido de filtración del cultivo superficial del microorganismo podía inducir un crecimiento excesivo en muchas otras plantas. En 1939 los científicos japoneses Yabuta, Sumiki y Hayashi aislaron una sustancia cristalina y biológicamente activa de los líquidos de cultivo. A dicha sustancia la denominaron Giberelina A. Después, se vió que no era una sola sustancia sino una mezcla de varias sustancias.

Falta de contactos, interés en demasía para investigar otro tipo de promotores de crecimiento de los vegetales y la segunda guerra mundial hicieron que el hemisferio occidental no tuviera conocimiento de las giberelinas sino hasta los años cincuenta, cuando Mitchell en Estados Unidos y Brian en Inglaterra obtuvieron muestras de los hongos del Japón y empezaron a investigar las particulares propiedades de sus metabolitos. P.W. Brian tuvo éxito en separar una sustancia altamente activa, con propiedades biológicas parecidas a la Giberelina A de los japoneses. Fue la primera vez que la sustancia promotora de crecimiento de las plantas se obtuvo en forma pura. El investigador inglés la llamó "Acido Giberélico", nombre que lleva hasta la fecha. Su trabajo se publicó en 1955. F.H. Stodola en Estados Unidos en forma independiente y simultánea a Brian separó una mezcla de dos sustancias activas, a una de ellas la llamó Giberelina X, más tarde se vió que era idéntica al Acido Giberélico aislado por Brian en Inglaterra.

La investigación básica siguió en Japón e Inglaterra principalmente. La investigación aplicada se desarrolló con gran intensidad a partir de 1955 en Estados Unidos, Gran Bretaña, Japón y en muchos otros

países del mundo, inclusive México.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Nombre químico: Lactona 1,4 del ácido 2,4a, 7-trihidroxi-1-metil-8-metileno- Δ^3 -gibeno-1,10 dicarboxílico.

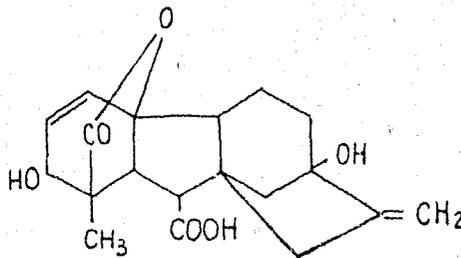
Nombres de uso común: Acido giberélico, Giberelina A₃, GA₃.

Antes: Giberelina X.

Nombres patentados: Berelex, Gibrel, Gibrelate, Gibresco!, Pro-Gibb. Posiblemente existan otros.

Fórmula abreviada: C₁₉H₂₂O₆

Fórmula desarrollada:



PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia: Sólido blanco, cristalino.

Punto de fusión: 233 a 235°C (con efervescencia).

Densidad: 0.7 g/cm³ aproximadamente.

Índice de rotación: $\left[\alpha \right]_D^{19} = + 86$

Solubilidad:

Ligeramente soluble en agua. Se pueden disolver hasta 5 gramos por litro de agua.

También ligeramente soluble en éter.

Moderadamente soluble en acetato de etilo.

Bastante soluble en metanol, en etanol y en acetona.

Soluble en soluciones acuosas de bicarbonato de sodio y acetato de sodio.

Estabilidad:

El ácido giberélico es estable cuando está seco. Es lentamente degradado por hidrólisis en el agua. Y es rápidamente descompuesto por el calor.

En soluciones alcalinas el ácido giberélico sufre un rearrreglo molecular a un isómero que es biológicamente inactivo.

En soluciones ácidas y a temperaturas altas se produce ácido giberelénico y después ácido alogibérico, los cuales muestran muy poca actividad biológica.

El ácido giberélico es destruido por los agentes oxidantes. Una solución conteniendo 1 ppm (parte por millón) de ácido giberélico puede ser completamente inactivada en dos horas por una solución que contenga cloro libre a una concentración equimolecular.

La vida media de las soluciones acuosas diluidas es del orden de 14 días a 20°C, mientras que a 50°C es de 2 horas aproximadamente.

Aunque las soluciones acuosas o alcohólico-acuosas de este producto no son muy estables, sin embargo para fines prácticos funcionan, pues a 20°C, en 24 horas no hay una pérdida significativa de actividad.

La solubilidad en algunos solventes orgánicos es mayor. Por ejemplo, la solución en alcohol metílico y etílico anhidros es estable, pue-

de durar indefinidamente.

La sal de potasio del ácido giberélico se caracteriza por su mayor solubilidad y ser igualmente activa desde el punto de vista biológico.

COMENTARIOS SOBRE LA NATURALEZA QUIMICA DEL ACIDO GIBERELICO

El ácido giberélico pertenece al grupo de las giberelinas. Las giberelinas son sustancias de carácter ácido, muy interrelacionadas entre sí. (Esto se puede observar en la figura I, en la que aparecen trece de las giberelinas). Son en esencia diterpenoides de cinco anillos, que poseen como estructura básica el gibano. (La fórmula de este compuesto aparece en la figura II).

Las giberelinas funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Cada una de ellas con actividades biológicas diferentes e intensidad de acción también diferente. El ácido giberélico es tal vez la giberelina más importante por su gran actividad en determinados procesos biológicos, vitales para los vegetales, siendo además la giberelina más abundante en el producto metabólico de algunas cepas de Gibberella fujikuroi.

Las giberelinas se encuentran en gimnospermas, angiospermas, musgos, algas y hongos. Recientemente se descubrió que algunas bacterias producen giberelinas. Algunas semillas angiospermas son fuentes ricas en giberelinas. Han sido descubiertas cerca de 30 giberelinas. Unas aisladas del producto fúngico, otras encontradas en plantas y otras obtenidas por síntesis química.

Se acostumbra designar a las giberelinas con la abreviatura GA.

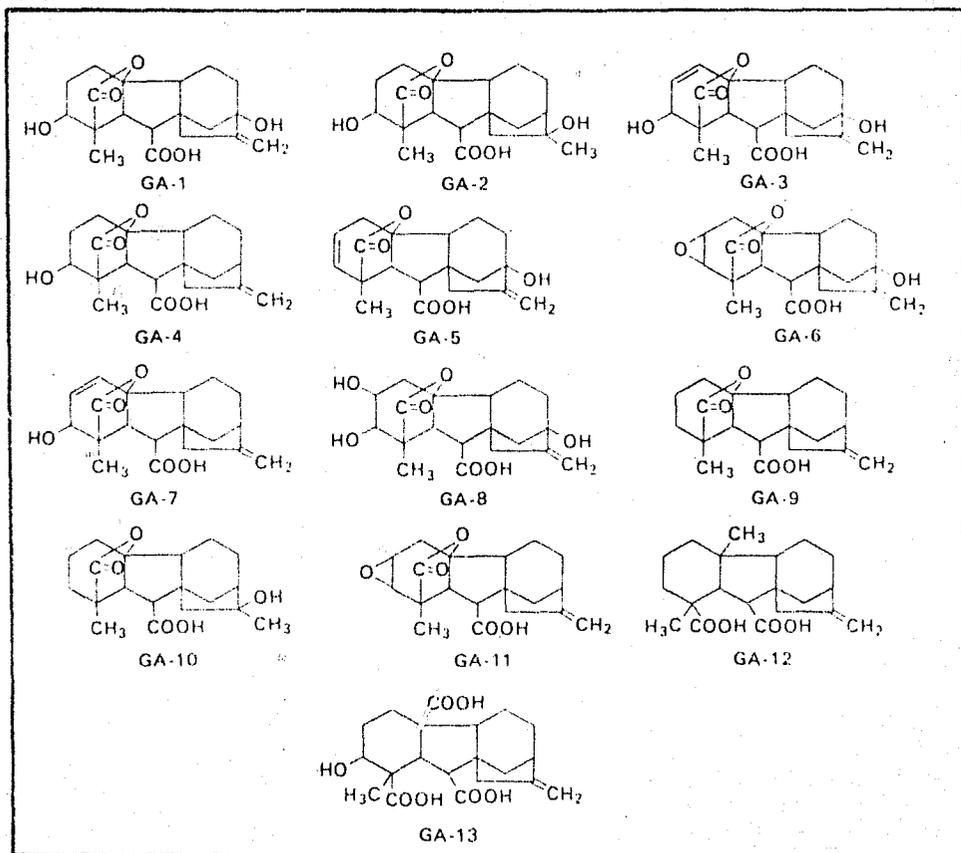


FIGURA I

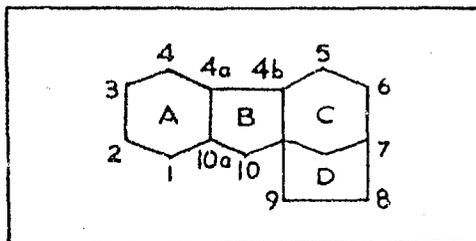


FIGURA II

Los sufijos las distinguen entre sí. De esta forma las giberelinas se representan como: GA₁, GA₂, GA₃,...GA₁₃,...GA₂₅, etc. Al ácido giberélico se le conoce como GA₃ según esta nomenclatura. El número corresponde al orden en que se aislaron en forma pura o en que fueron producidas por métodos químicos.

PROPIEDADES BIOLÓGICAS

En resumen, las giberelinas (normalmente en la planta en concentraciones de 0.05 a 0.5 ppm) pueden promover:

1. Crecimiento internodal.
2. Crecimiento del hipocotilo.
3. Germinación.
4. Desarrollo sexual de las flores.
5. Formación de fruto.
6. Partenocarpia.
7. Rompimiento del período de letargo en yemas y órganos bajo tierra.
8. Formación de flores.
9. División celular en la zona del cambium.
10. Cambios en la forma y tamaño de la hoja.
11. Actividad de enzimas.

Es posible que también participen en el dominio apical.

Si se supone un esquema sobre el mecanismo de acción de las giberelinas, este debe ser capaz de explicar todos los fenómenos - anteriormente señalados.

Muchos de estos efectos pueden ser explicados por un sistema

de control enzimático.

Todo parece indicar que el ácido giberélico ejerce su efecto por medio de una liberación de genes previamente reprimidos, los cuales contienen la información genética necesaria para la síntesis de la alfa-amilasa y de otras enzimas hidrolíticas.

TOXICOLOGIA

La evidencia disponible indica que el ácido giberélico es de baja toxicidad para los mamíferos. La Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos después de extensivas pruebas ha determinado que su uso es inocuo en muchos cultivos destinados al consumo humano. En Inglaterra el Ministerio de Agricultura lo eximió de aparecer en la Cédula de Notificación de Productos Venenosos Usados en Agricultura. En México, la Secretaría de Agricultura también le dió su visto bueno. Está registrado bajo las siglas Reg. S.A.G. 1722/VIII/69.

DOSIS DE APLICACION

El ácido giberélico es un compuesto muy potente y es efectivo en concentraciones que van desde 1 ppm a un máximo de 300 ppm, pero raras veces se ha probado que se necesiten concentraciones mayores a 100 partes por millón. En la mayoría de los casos las concentraciones altas han fracasado en producir un incremento extra en el crecimiento y aún más, el efecto puede ser negativo. Los valores de uso más frecuente en la práctica son: 1, 5, 20, 50 ppm.

Al aplicar este producto no hay necesidad de usar grandes volúmenes de solución, siendo necesario únicamente cubrir la planta con poco líquido o bien, la parte de la planta que se desee estimular según instrucciones.

FORMAS DE EMPLEARLO

El método más conveniente de aplicar ácido giberélico es por aspersión de una solución acuosa, pero experimentalmente puede ser aplicado como una solución alcohólica, en pasta de lanolina, o como polvo. No se aconsejan tratamientos por vía del suelo puesto que el ácido giberélico es rápidamente inactivado en el suelo.

PRESENTACION DEL PRODUCTO

El ácido giberélico se encuentra disponible en el mercado en varias formas, entre ellas:

Polvo cristalino con 99.9% de pureza.

Polvo cristalino con más de 90% de pureza.

Tabletas efervescentes de fácil solución conteniendo 1 gramo de ácido giberélico.

Soluciones en solventes orgánicos con concentraciones de 2 y 4% de ácido giberélico.

Polvo con 1% de concentración, usado talco como diluyente.

Los recipientes suelen ser: frascos de vidrio, frascos de plástico, tubos de aluminio, cajas de papel-cartón.

Debe protegerse de la luz y guardarse en ambiente seco y frío.

El empaque siempre contiene gramos o cuando más kilogramos del producto.

Al igual que su uso, su transporte no representa riesgo.

USOS

Los usos del ácido giberélico derivan de sus interesantes propiedades biológicas ya mencionadas en este capítulo. Potencialmente todas las plantas, o casi todas, serían susceptibles de un tratamiento con

diversa finalidad. Así se pensaba al inicio de la investigación ya que se tenían grandes esperanzas en el producto, sin embargo diversos factores han limitado el uso del ácido giberélico. Hoy día se renueva el interés en éste producto, ya no se investiga el empleo de la substancia sola, sino que se estudian los efectos que tiene la aplicación combinada del ácido giberélico y de las otras fitohormonas conocidas.

Los usos en detalle, se comentan en el capítulo de mercado.

CAPITULO 4

PROCESO DE FABRICACION

ANTECEDENTES

El ácido giberélico se obtiene por fermentación aeróbica en cultivo sumergido. Es el producto metabólico del hongo Gibberella fujikuroi. El microorganismo vive y prolifera en un medio artificial apropiado y aunado a su desarrollo va la producción de giberelinas.

En el proceso de fermentación aerobia sumergida el medio ambiente propicio se logra con un caldo de cultivo que satisfaga los requerimientos nutritivos del microorganismo, aeración y agitación de la masa en fermentación, regulación de la temperatura, del pH y de los nutrientes del medio de cultivo, así como con condiciones adecuadas de asepsia durante la operación.

La fermentación se interrumpe en el momento indicado y se separa del caldo de cultivo la fracción que contiene a las giberelinas y al ácido giberélico. Posteriormente se concentra el producto hasta el grado de pureza buscado.

Se puede decir que el ácido giberélico empezó a producirse para fines de experimentación en 1950. Alrededor de 1955 su producción aumentó considerablemente pues comenzaron las primeras aplicaciones y creció su demanda para la investigación agrícola. Se cree que desde entonces su producción ha venido aumentando pero el crecimiento no ha sido tan grande como se deseaba, sino ligero y a pausas, manteniendo como base el ritmo de crecimiento de la industria maltera y con aumentos provocados por el uso del producto en cultivos agrícolas.

En el transcurso de los veinte años que lleva de producirse

han ocurrido importantes cambios en el proceso de elaboración del ácido giberélico.

Los avances tecnológicos abarcan a las tres etapas del proceso: fermentación, separación y purificación.

En lo referente a fermentación ha habido indudables progresos. El microorganismo, los medios de cultivo, las técnicas de fermentación y el equipo se han mejorado y el resultado es un marcado aumento en la productividad.

En cuanto a la separación del producto del medio de cultivo y su posterior purificación, la revisión de la bibliografía revela la existencia de muchas patentes. Además la mayoría de las empresas productoras han desarrollado sus propios métodos y no todas ellas publican los resultados de su investigación.

El proceso en sí es el mismo para todos los fabricantes, las diferencias existentes radican en pequeños detalles que influyen en la productividad y en los costos.

Es un tipo de industria que precisa no olvidar del aspecto científico; de mantener un laboratorio de investigación para mejoramiento de la producción, y de estar pendiente de los avances tecnológicos en su campo. Algunos ejemplos de avances tecnológicos que pueden originar cambios trascendentes en esta industria se mencionan a continuación: la adición de carbón activo en pequeñas cantidades aumentó hasta en 50% el rendimiento en metabolito en una fermentación sumergida semejante a la del ácido giberélico. Es posible que también mejore el rendimiento en la fermentación giberélica. Se ha descubierto

que la adición de un producto intermedio de la biosíntesis mejora significativamente el rendimiento del metabolito. En el caso del ácido giberélico ya se conocen sus precursores. Se hacen intentos para obtenerlo por síntesis química, la cual posiblemente sea menos costosa. El conocimiento del comportamiento biofísico del producto puede dar la clave para formular compuestos de síntesis más sencilla que cumplan las funciones biológicas del ácido giberélico.

Otra forma mediante la cual la industria podría estar enterada de todos los adelantos científicos y tecnológicos es por medio una correcta asistencia técnica.

MICROORGANISMO

La clasificación del hongo Gibberella fujikuroi (Sawada) Wollenweber es la siguiente:

Reino:	Vegetal
División:	Mycota
Clase:	Ascomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Nectriceae
Género:	<u>Gibberella</u>
Especie:	<u>Gibberella fujikuroi</u>
Cepa:	IOC-3326 u otra

El microorganismo es también conocido como Fusarium moniliforme Sheldon, nombre que le corresponde a la forma asexual o conidial del mismo hongo.

El género Gibberella es causante de enfermedades en varias plan

tas, entre ellas: el maíz, el arroz, el cacao, etc. Forma parte de la flora habitual de la cebada.

Las cepas productoras se obtienen probando la eficacia de microorganismos aislados de fuentes naturales y artificialmente provocando mutantes de las cuales se seleccionan las que produzcan una mayor cantidad de ácido giberélico.

Existen muchas instituciones que poseen colecciones de microorganismos y a las que se puede pedir cepas bajo determinadas condiciones. Por ejemplo, tres de ellas:

Centraalbureau voor Schimmelcultures, en Holanda.

American Type-Culture Collection, en Estados Unidos.

Instituto Oswaldo Cruz, en Brasil.

SUSTRATO

Es el alimento del microorganismo, provee los materiales para la síntesis de la sustancia plástica celular y la energía requerida para esa síntesis. En la formulación del medio de cultivo se toman en cuenta: fuente de energía, fuente de carbono, fuente de nitrógeno, fuente de minerales y factores alimenticios complementarios.

Los ingredientes deben cumplir con las variables: costo, disponibilidad, calidad uniforme.

Los nutrientes deben estar disueltos para ser asimilados. Al líquido que contiene a los nutrientes se le llama caldo o medio de cultivo. Entre ellos se encuentra el medio de Sánchez-Marroquín, específico para la fermentación giberélica. Su composición es la siguiente:

Glucosa	20.0 g
Agua de cocimiento de maíz	25.0 g
Nitrato de amonio	2.6 g

Fosfato monopotásico	0.5 g
Sulfato de potasio	0.2 g
Agua	1000 ml

El medio que Muromtsev desarrolló para ésta fermentación da, al parecer, excelentes resultados y tiene como composición:

Aceite de girasol	80 ml
Pasta de girasol	20.0 g
Nitrato de amonio	3.0 g
Fosfato monopotásico	2.0 g
Sulfato de potasio	0.2 g
Extracto de maíz	1.0 g
Agua	1000 ml

PROCESO FERMENTATIVO

De acuerdo con los reportes encontrados en la bibliografía casi toda la investigación ha sido realizada sobre procesos discontinuos, tan sólo aparece un informe sobre fabricación continua en escala de laboratorio y aparentemente viable, según los investigadores T. Holme y B. Zacharias.

La fabricación discontinua típica se puede desglosar como sigue:

1. Preparación del inóculo.
2. Preparación del equipo de fermentación y de las materias primas.
3. Esterilización del equipo y el medio de cultivo
4. Siembra del medio de cultivo con el inóculo.

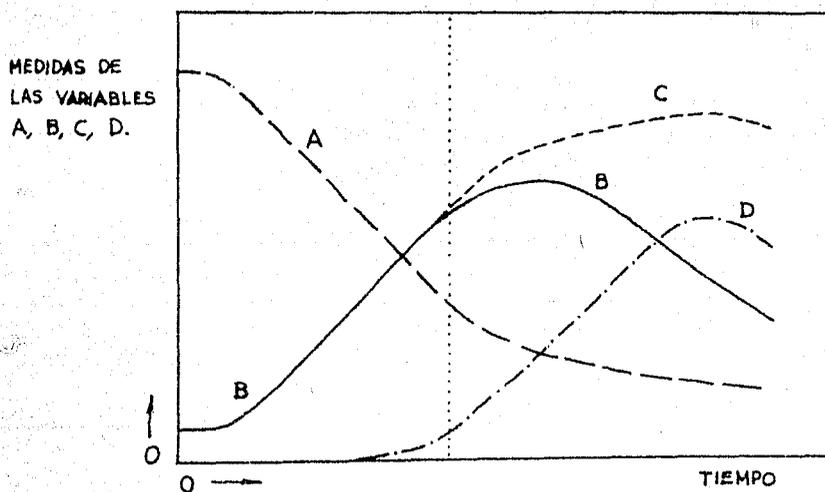
5. Fermentación aeróbica en cultivo sumergido, la cual se subdivide en dos etapas:

a) crecimiento del cultivo microbiano, y

b) producción del metabolito.

6. Detención de la fermentación cuando la concentración del metabolito alcanza su máximo, para empezar la extracción y purificación del producto.

La representación gráfica del proceso fermentativo que nos ocupa es la siguiente:



- A. Concentración de un nutriente, generalmente el que provee la fuente de carbono.
- B. Cuenta de las células vivas.
- C. Número total de células, incluyendo muertas.
- D. Concentración del producto metabólico, en este caso, el ácido giberélico.

La fermentación continua consiste en conservar el proceso en las condiciones más favorables de producción. Esto es, iniciar el proceso como una fermentación normal hasta que se alcanza la etapa señalada en la gráfica por la línea vertical de puntos y tratar de mantener esas condiciones, mediante drenaje del medio, adición de inóculo y reposición de nutrientes en forma constante o semiconstante.

El proceso continuo es de mayor productividad que el discontinuo pero requiere de mayores cuidados, sobre todo en lo que respecta a evitar contaminaciones de otros microorganismos y en la preparación continua de inóculo.

Se puede asumir, basados en los datos encontrados, que el proceso discontinuo tiene las siguientes características:

Duración: alrededor de 7 días

Rendimiento: $\frac{1 \text{ gramo de ácido giberélico}}{\text{litro de caldo de cultivo}}$

Rango de temperatura óptima: 29-32°C

Consumo de aire = 0.3-0.5 $\frac{\text{litros de aire}}{\text{minuto-litro de caldo}}$

Inóculo: 1-5% en volumen.

Lo que se conoce actualmente del proceso de biosíntesis de las giberelinas se muestra en las figuras tres y cuatro.

La producción del ácido giberélico por el hongo Gibberella fujikuroi se puede explicar con la siguiente hipótesis: dado que el ácido giberélico es una hormona de los vegetales, entre los cuales se incluyen a los hongos, el microorganismo lo produce para regular

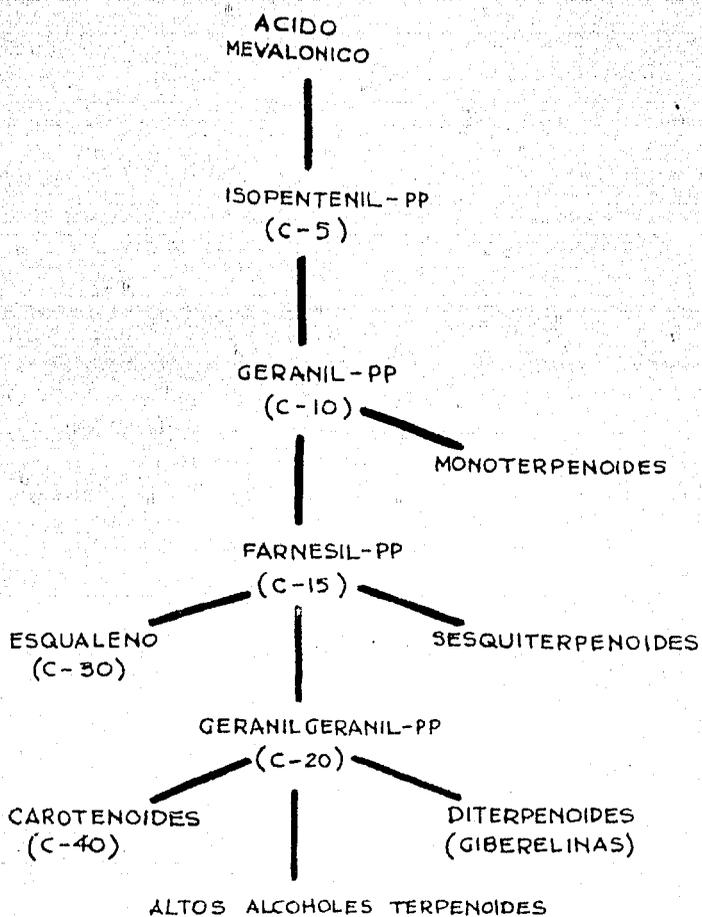


FIGURA III. UBICACION DE LAS GIBERELINAS EN EL ESQUEMA TERPENOIDE.

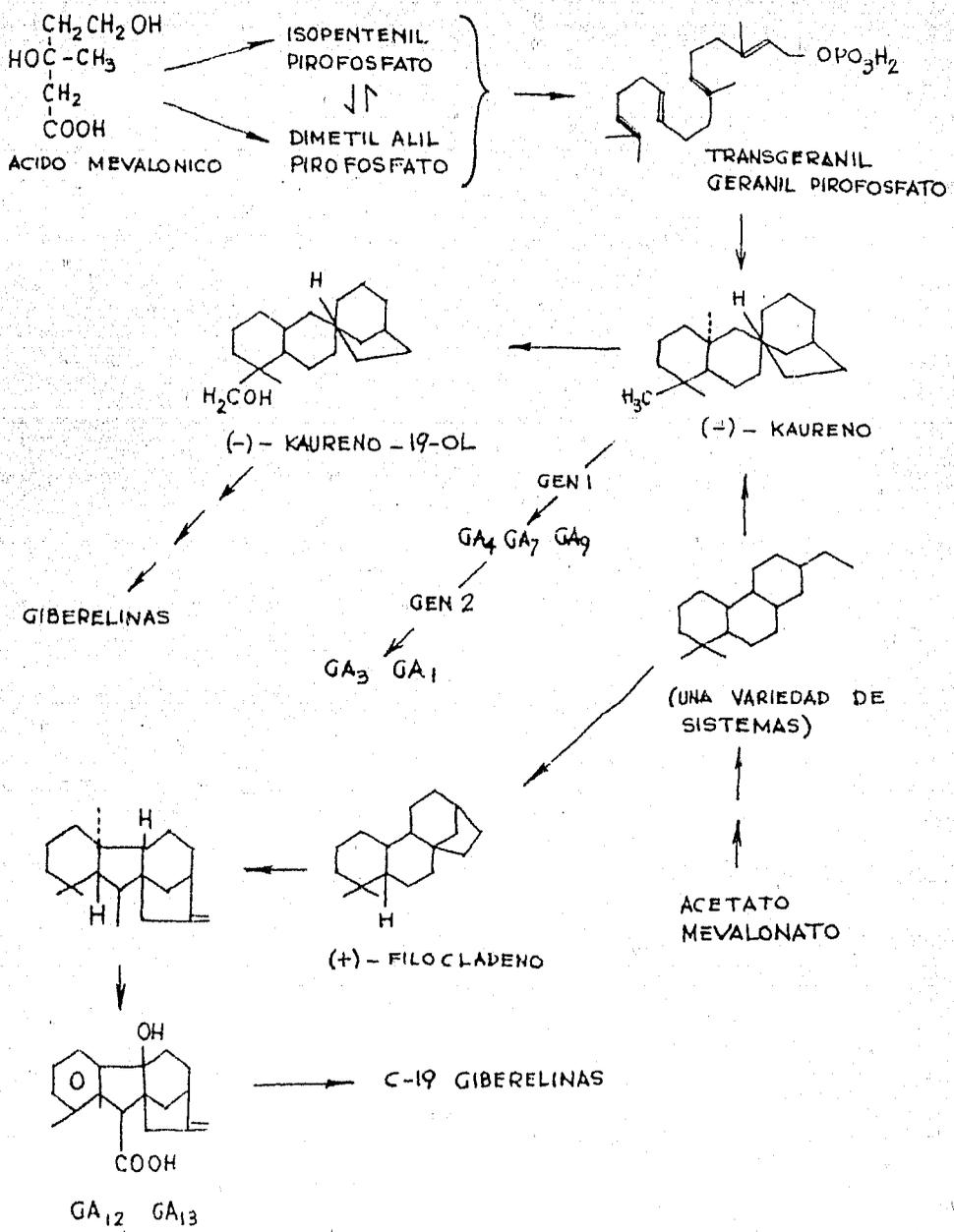


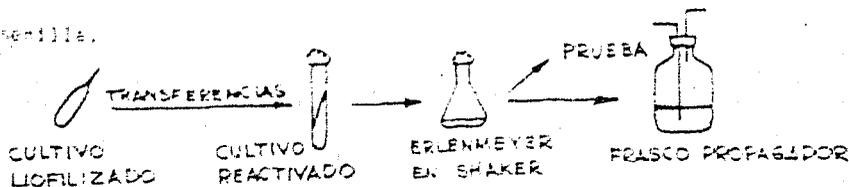
FIGURA IV. BIOSINTESIS DE GIBERELINAS.

sus actividades biológicas. Que lo produce en mayor cantidad que otros se debe a su especial información genética. En el proceso de fermentación aparece después de que ha cesado el crecimiento microbiano y empieza la lisis de la membrana celular, lo que permite la difusión del jugo celular al medio líquido que envuelve al microorganismo y que se pueda detectar la presencia del ácido gálico en el caldo de cultivo.

EQUIPO DE FERMENTACION.

Lo constituyen los fermentadores y todos los aparatos que toman parte en el desarrollo del inóculo.

Para el desarrollo del inóculo se parte de un cultivo liofilizado en depósito. Se inicia una operación de transferencias para actividad del cultivo. Estas pruebas se efectúan en matraces erlenmeyer de 100 ml y duran de 10 a 24 horas. A continuación se procede a preparar frascos propagadores, el contenido de estos frascos es de 1 a 5 litros y el período de tiempo también es de 10 a 24 horas. De los frascos propagadores se pasa a los fermentadores pequeños o de semilla, que sirven para inocular a los mayores. Los fermentadores de semilla tienen capacidades de 20, 50, 100 y hasta 3000 litros, dependiendo del volumen del fermentador que se desea inocular, fermentador cuya capacidad pueda estar entre 10 000 y 50 000 litros. A continuación se representa brevemente el proceso de desarrollo del inóculo para renovar el fermentador de semilla.



Los fermentadores son diseñados para una transferencia gas - líquido, para resistir esterilizaciones con vapor de agua in situ y para mantener la mejor asepsia posible.

Las mediciones y los controles de una fermentación se dan a continuación; se debe aclarar que no siempre son necesarios todos ellos.

1. Medición y regulación de la velocidad de aereación.
2. Regulación de temperatura.
3. Medición de oxígeno disuelto.
4. Medición de la potencia y regulación de la velocidad del agitador.
5. Medición del sustrato y del producto.
6. Análisis de gas.
7. Control de espuma.
8. Medición y regulación de pH.
9. Medición y regulación reológica.
10. Control de asepsia.

El fermentador tiene como principal equipo auxiliar la línea de suministro de aire esterilizado por filtración.

En la figura cinco, se presenta un sistema sencillo de fermentadores.

PROCESO DE SEPARACION Y PURIFICACION

Se describen a continuación algunos de los métodos de separación y purificación del producto. Esta parte del estudio del proceso de fabricación es de las que, en caso de proseguir el proyecto de instalación de una planta productora, ameritarían una atención especial, para valorar cual de los posibles métodos es el mejor.

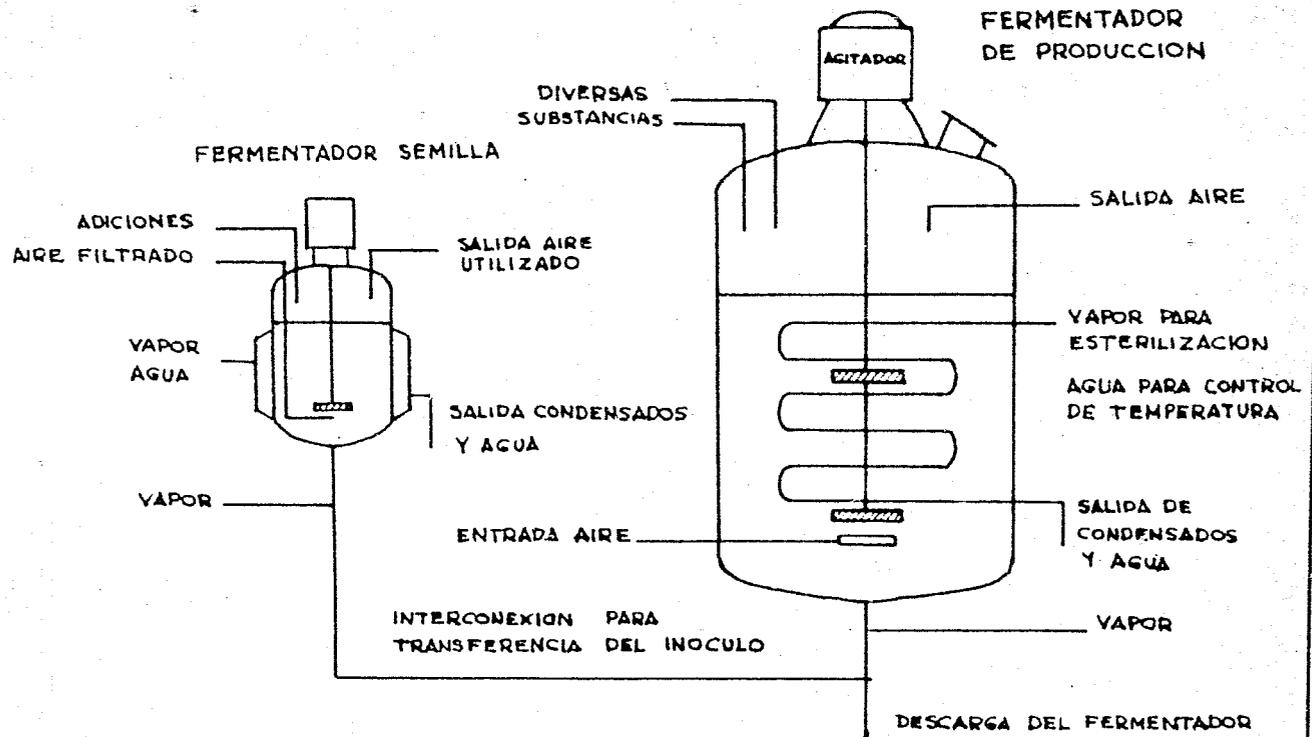


FIGURA V. DIAGRAMA SENCILLO DE UN SISTEMA DE FERMENTADORES.

Método A. Después de separarse el micelio por filtración, el caldo se agita durante una hora con 1% de carbón activo. Las giberelinas se desorben del carbón por medio de lavados con acetona o con una mezcla de metanol-amoníaco, el solvente se destila, el residuo se acidifica a pH 3 y se extrae con acetato de etilo. Al extracto se adiciona agua y luego amoníaco hasta alcanzar un pH de 6.5. Se separan las fases. La fase acuosa se acidifica a pH 3.5, el ácido giberélico se extrae con acetato de etilo. El extracto se lava con agua, se concentra en vacío, los cristales se filtran, se lavan con acetato de etilo y se recristalizan en acetona acuosa.

Método B. Extracción directa del medio de cultivo con alcohol butílico. Clarificación del extracto con carbón activo. Extracciones con solución de bicarbonato de sodio, luego con acetato de etilo. Secado, evaporación y cristalización del extracto en acetato de etilo. Los cristales contienen giberelinas, las cuales se purifican mediante disolución en acetato de etilo, adición de solución tampón de pH 4 y separación de las fases. La fase orgánica contiene a las giberelinas GA₄, GA₇, y otras; la fase acuosa al ácido giberélico. A la solución acuosa se adiciona ácido clorhídrico hasta obtener un pH de 2. El ácido giberélico se extrae con acetato de etilo y se procede a cristalizarlo.

Método C. Después de ser filtrado, el caldo de cultivo es clarificado con hidróxido de bario, se separa el precipitado y se elimina el exceso del agente clarificante pasando la solución a través de una columna de intercambio catiónico. Las giberelinas son extraídas por percolación en una columna de intercambio de iones débiles y elución

lenta con una solución tampón alcalina. La primera parte de la fracción del eluato de pH entre 5 y 7 se elimina a fin de obtener cristales puros. Se obtiene un líquido con giberelinas de más de 90% de pureza. Al líquido se adiciona carbón activo, se ajusta el pH, se extrae con acetato de etilo y se evapora el extracto para obtener cristales con 94% de giberelinas. Después se aísla el ácido giberélico, como se señala en el método B.

Se elige, para fines de este estudio técnico-económico intermedio, el método C de separación y purificación de ácido giberélico.

Se escoge debido a que aparenta ser el más sencillo de los tres métodos encontrados y porque es el que hace el menor uso de solventes. Además, es el de más reciente publicación. No se llegó a conocer la eficiencia real de cada uno de los métodos.

En las figuras seis y siete se presentan los diagramas de bloques y de flujo, respectivamente, del proceso de fabricación elegido.

CALCULO DEL EQUIPO

Se procede a continuación a hacer una lista de los dispositivos necesarios para producir ácido giberélico por el método seleccionado, cuando fue posible se hizo una "geometrización" del equipo.

1. Equipo para desarrollo inicial del inóculo

Un refrigerador

Dos estufas de laboratorio

Tubos de ensayo

Frascos Erlenmeyer

Dos mesas de agitación (shakers)

Equipo común de laboratorio: mecheros, vasos de diversos tipos, soportes, barrillas, etc.

2. Fermentador de semilla

Se requiere de un 1% de inóculo para sembrar al fermentador de producción y como éste debe tener una capacidad de 4000 litros, el fermentador de semilla deberá disponer de un volumen de 40 litros de inóculo.

3. Fermentador de producción

La fábrica se planea para satisfacer un mercado inmediato de 120 kilogramos anuales, pero debe disponer de equipo que le permita responder a un aumento grande en la demanda. El mercado potencial mexicano se estima en 400 kilogramos al año.

La duración del proceso fermentativo es de una semana.

Para producir 400 kg se debería trabajar todo el año, 50 semanas o sea, 50 fermentaciones.

$$\frac{400 \text{ kg}}{50 \text{ fermentaciones}} = \frac{8 \text{ kilogramos}}{\text{fermentación}}$$

El rendimiento es de un gramo por litro.

$$\frac{8 \text{ kg}}{\text{fermentación}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{\text{litro}}{1 \text{ g}} = \frac{8000 \text{ litros}}{\text{fermentación}}$$

8000 litros que se repartirían en 2 fermentadores de 4000 litros cada uno.

Para producir 120 kg se suponen 40 semanas de trabajo.

$$\frac{120 \text{ kg}}{40 \text{ fermentaciones}} = \frac{3 \text{ kilogramos}}{\text{fermentación}}$$

$$\frac{3 \text{ kg}}{\text{fermentación}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{\text{litro}}{1 \text{ g}} = \frac{3000 \text{ litros}}{\text{fermentación}}$$

Se puede utilizar inicialmente un fermentador 4000 litros para cubrir el mercado actual y un aumento del mismo de hasta 60%, (200 kg).

Cuando la demanda alcanzara valores cercanos a 200 kg se mandaría construir un fermentador igual al instalado inicialmente.

Los fermentadores deben tener una capacidad total de 1.33 veces el volumen de líquido que contengan, en éste caso la capacidad total del fermentador sería de 5 300 litros.

Si consideramos válido el dato de que a un metro cúbico de caldo corresponden 3 caballos de fuerza cuando se tiene una agitación fuerte, el fermentador debería contar con un motor de 12 HP para mover el agitador. (Aiba et al.).

El equipo de fermentación incluiría una compresora de aire, del tipo "libre de aceite" y un filtro de fibra de vidrio para esterilizar el aire.

Se requieren: $0.5 \frac{\text{litros de aire}}{\text{min-litro de caldo}}$

Como se tienen 4000 litros de caldo, el flujo de aire necesario es de 2000 litros/min o sea $0.7 \text{ ft}^3/\text{min}$.

La presión mínima es de 50 psia.

Una compresora de $0.9 \text{ ft}^3/\text{min}$, 125 psig, de 1/3 de HP y tanque de 40 litros podría satisfacer los requerimientos de aire de los fermentadores.

Un filtro de 40 a 50 cm de largo da las condiciones de esterilización adecuadas al proceso.

$$\frac{2 \text{ m}^3}{\text{min}} \times \frac{1}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ min}}{50 \text{ seg}} = 0.033 \text{ m}^2 \times \frac{10\,000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2}$$

El filtro tendría una área de 330 cm^2 .

4. Filtro para micelio.

Parte del micelio se sedimentaría al suspenderse la agitación del mosto en fermentación, lo que se aprovecharía para separarlo.

El resto del micelio se separaría en un filtro de mangas.

El micelio forma una torta del tipo compresible, el problema de filtración que presentan las tortas compresibles se resuelve sólo mediante aumento del área, no se puede usar presión. El micelio se puede considerar sin valor por el momento, lo cual nos podría permitir el uso de filtro-ayudas.

Se escoge el filtro de mangas por requerir menos mano de obra que el filtro de placas y por existir en tamaños pequeños; además, ha probado ser eficaz en procesos semejantes.

Para poder dimensionar el filtro sería necesario contar con datos experimentales, que en nuestro caso no fue posible obtener.

Su capacidad de filtración sería de 4000 litros en 8 horas de trabajo, de un líquido con 10% de sólidos no disueltos. Este equipo generalmente es de acero inoxidable para facilidad de limpieza y para evitar contaminaciones al líquido filtrado.

5. Un sedimentador de 1000 litros.

Dos depósitos de 4000 litros.

Todos de fierro al carbón recubiertos de material inerte.

6. Equipo de extracción por intercambio iónico.

Sería un equipo con capacidad de tratamiento de 500 litros por hora. Se adaptaría un equipo de desmineralización de aguas, fabricado, para retirar primero cationes (Ca^{++}), y luego aniones (giberelinas).

7. Equipo para extracción por solventes.

Un tanque mezclador de 1000 litros.

Un decantador contínuo de sistema florentino.

Un centrífuga separadora.

Para dimensionar estos últimos equipos son necesarios datos experimentales.

8. Un evaporador-cristalizador a vacío, con recuperación de solventes.

Capacidad estimada tentativamente: 1000 litros de acetato de etilo líquido por hora.

9. Un secador al vacío.

A los cristales obtenidos se les debe eliminar el solvente residual.

Capacidad estimada tentativamente: 8 kilogramos de cristales por hora.

10. Un incinerador para eliminación de desechos sólidos y líquidos.

COMENTARIOS AL PROCESO DE FABRICACION

Este tipo de industria se caracteriza por necesitar de un alto grado de limpieza y orden.

Debe disponer de dos laboratorios; el de producción y control de calidad, y el de investigación para el mejoramiento de la producción. Como es factible que se usen solventes, son indispensables normas estrictas de seguridad.

Se requieren día y noche los servicios de energía eléctrica, agua y vapor.

Se debe pensar en una planta portátil de electricidad, en un depósito grande de agua, en tanques para combustible.

La caldera precisa de un equipo de tratamiento de agua.

Son necesarios equipos de eliminación de residuos del proceso.

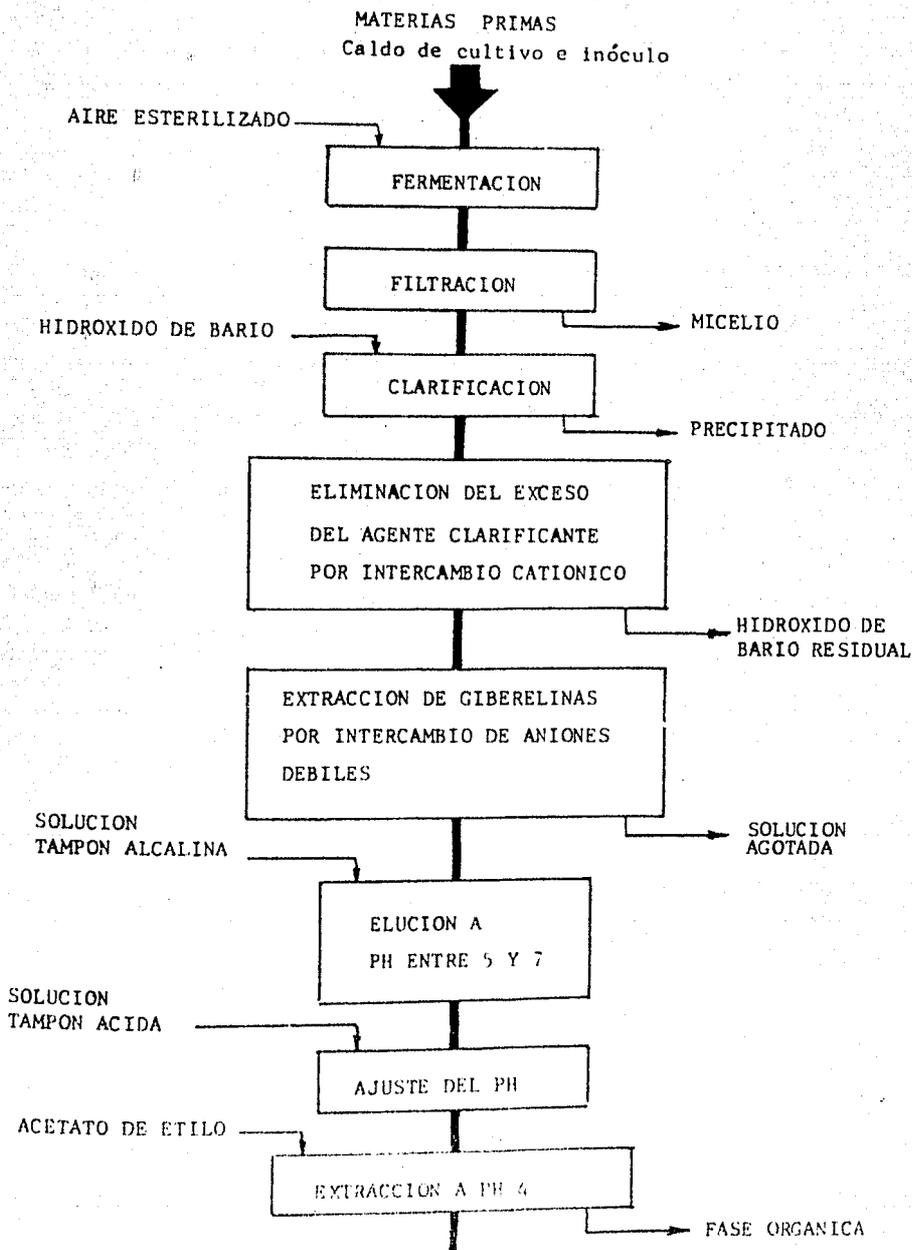
Entre los residuos se encuentran microorganismos, los cuales se deben destruir por completo. A éste aspecto del proceso de fabricación se le debe dar una gran importancia.

Se van a almacenar: reactivos para laboratorio, materias primas para producción, materias primas para la separación y purificación del producto, solventes, artículos de planta, material de empaque. Todos estos materiales tienen características especiales de almacenamiento.

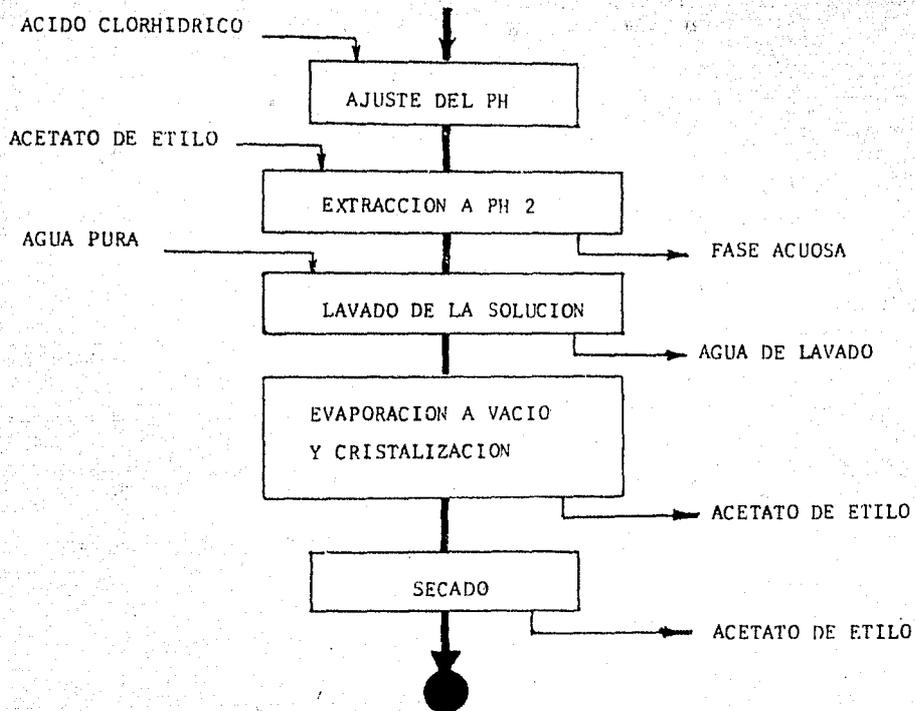
El proceso puede automatizarse, siendo la mano de obra, en éste caso, de relativa poca importancia.

Hay poca corrosión y destrucción de equipo, pero se debe hacer continuamente mantenimiento preventivo.

FIGURA VI. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACION ELEGIDO

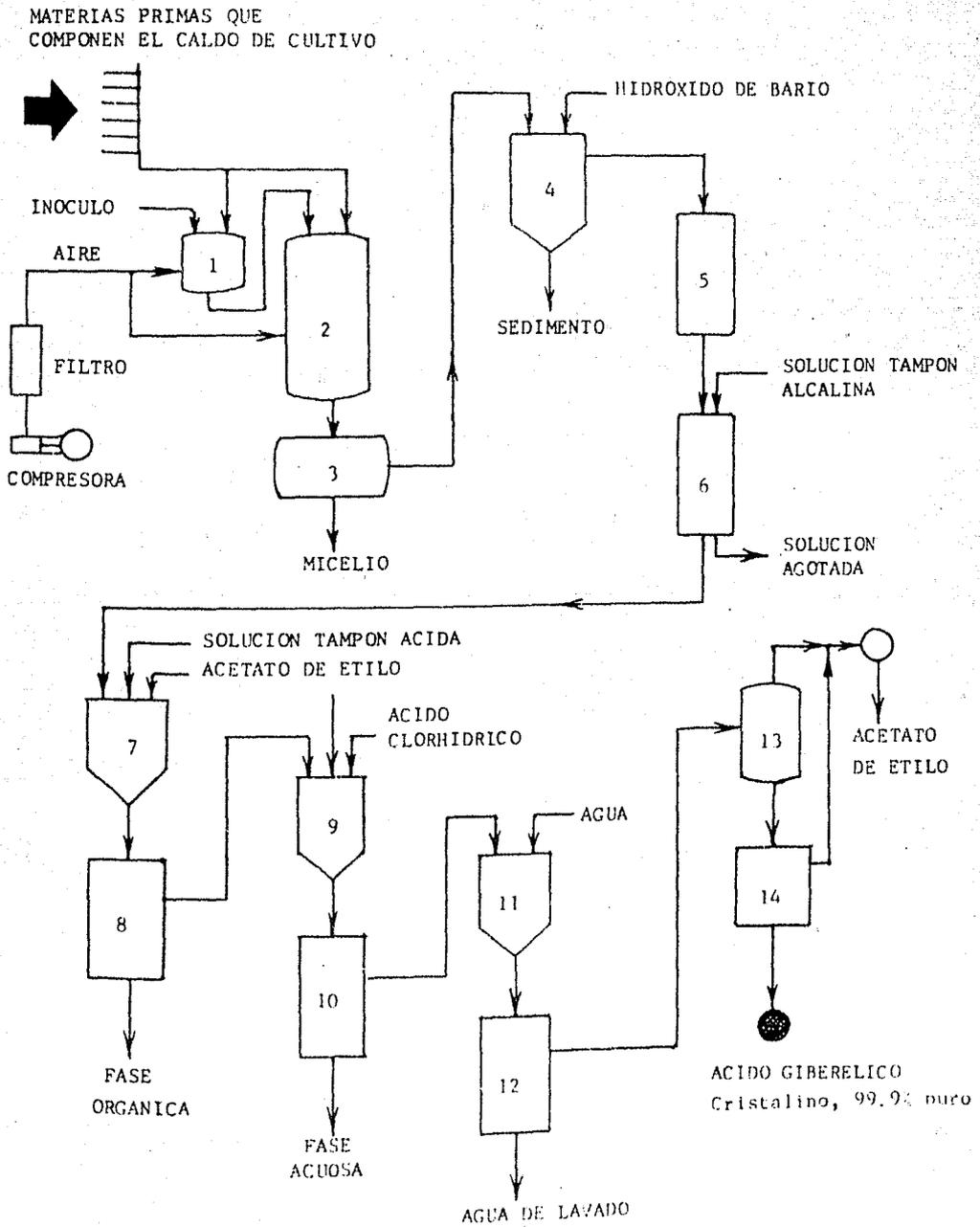


(Continúa en la hoja siguiente)



PRODUCTO
Acido giberélico
de 99.9% de pureza

FIGURA VII. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO SELECCIONADO



ANEXO A LA FIGURA VII
LISTA DEL EQUIPO ENUMERADO EN EL DIAGRAMA DE FLUJO

EQUIPO:

1. FERMENTADOR DE SEMILLA
2. FERMENTADOR DE PRODUCCION
3. FILTRO DE MANGAS
4. TANQUE SEDIMENTADOR
5. COLUMNA DE INTERCAMBIO CATIONICO
6. COLUMNA DE INTERCAMBIO DE ANIONES DEBILES
7. TANQUE MEZCLADOR
8. SEPARADOR LIQUIDO-LIQUIDO
9. TANQUE MEZCLADOR
10. SEPARADOR LIQUIDO-LIQUIDO
11. TANQUE MEZCLADOR
12. SEPARADOR LIQUIDO-LIQUIDO
13. EVAPORADOR-CRISTALIZADOR CON
DISPOSITIVO PARA RECUPERACION DE SOLVENTES
14. SECADOR

CAPITULO 5

MERCADO

El conocimiento de las propiedades y de algunos usos del producto dió las bases para el estudio de mercado. Este conocimiento se obtuvo de la revisión bibliográfica, de la consulta de varias publicaciones seleccionadas y de entrevistas con personas capaces de proporcionar criterios acerca de las características del producto, de sus actuales aplicaciones y de sus posibilidades en el futuro.

A continuación se presenta un panorama del mercado del ácido giberélico en México. Se juzgó conveniente dividir el estudio de mercado de acuerdo a los usos del producto, así pues, se verán las siguientes secciones:

1. Industria maltera
2. Agricultura
3. Otras aplicaciones

Posteriormente se hace una revisión del estudio de mercado y se obtienen conclusiones.

SECCION 1. INDUSTRIA MALTERA

El ácido giberélico se emplea como aditivo en la operación de germinación de la cebada, dicha operación forma parte del proceso de obtención de la malta.

Se denomina malta a una cebada de determinadas características, que ha sido limpiada, germinada, desyemada y secada en forma especial.

La malta se usa primordialmente en la industria cervecera. Entre las industrias cervecera y maltera existe una estrecha relación.

La industria maltera es benéfica al país. Ahorro de divisas, estabilización de un cultivo del agro mexicano, uso de la infraestructura económica, creación de empleos y formación de empresas de capital nacional son algunos de sus aspectos positivos.

Se proseguirá con el estudio de las industrias cervecera y maltera, haciendo un esquema de la situación actual de ambas, del número de fábricas y su localización así como de la producción y el consumo de malta, cerveza y cebada.

Las fábricas de malta existentes en la República Mexicana son ocho y están distribuidas en las siguientes entidades federativas: tres en el Distrito Federal, dos en el Estado de Baja California y una en Puebla, Nuevo León y Veracruz. La primera de estas fábricas se estableció en 1906 y las restantes entre 1931 y 1962. La localización de las empresas malteras se puede apreciar en el plano número uno.

Las razones sociales de las plantas elaboradoras de malta son las siguientes:

Central de Malta, S.A.

Cervecería Cuauhtémoc, S.A. (3)

Extractos y Maltas, S.A.

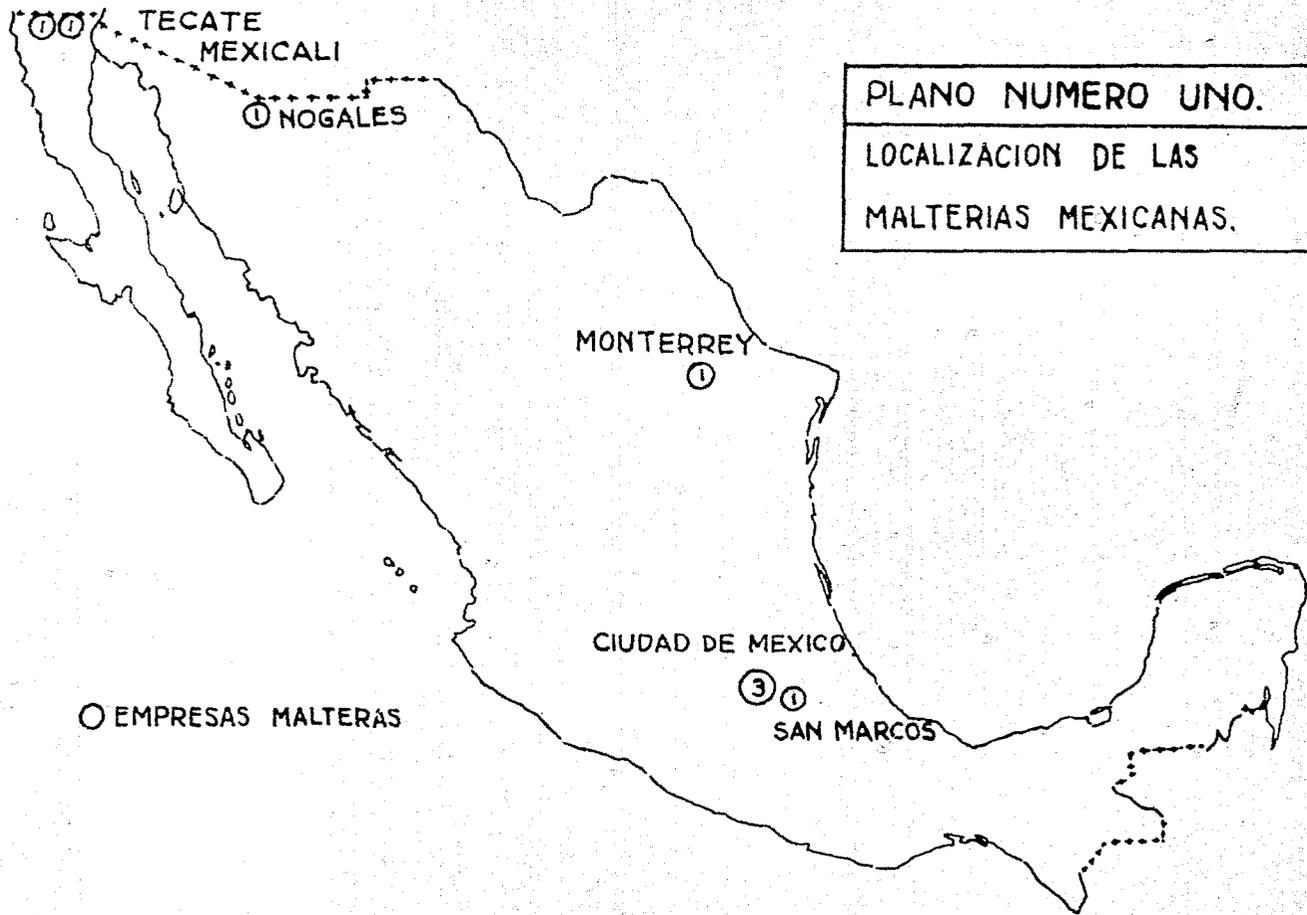
Fábrica Nacional de Malta, S.A.

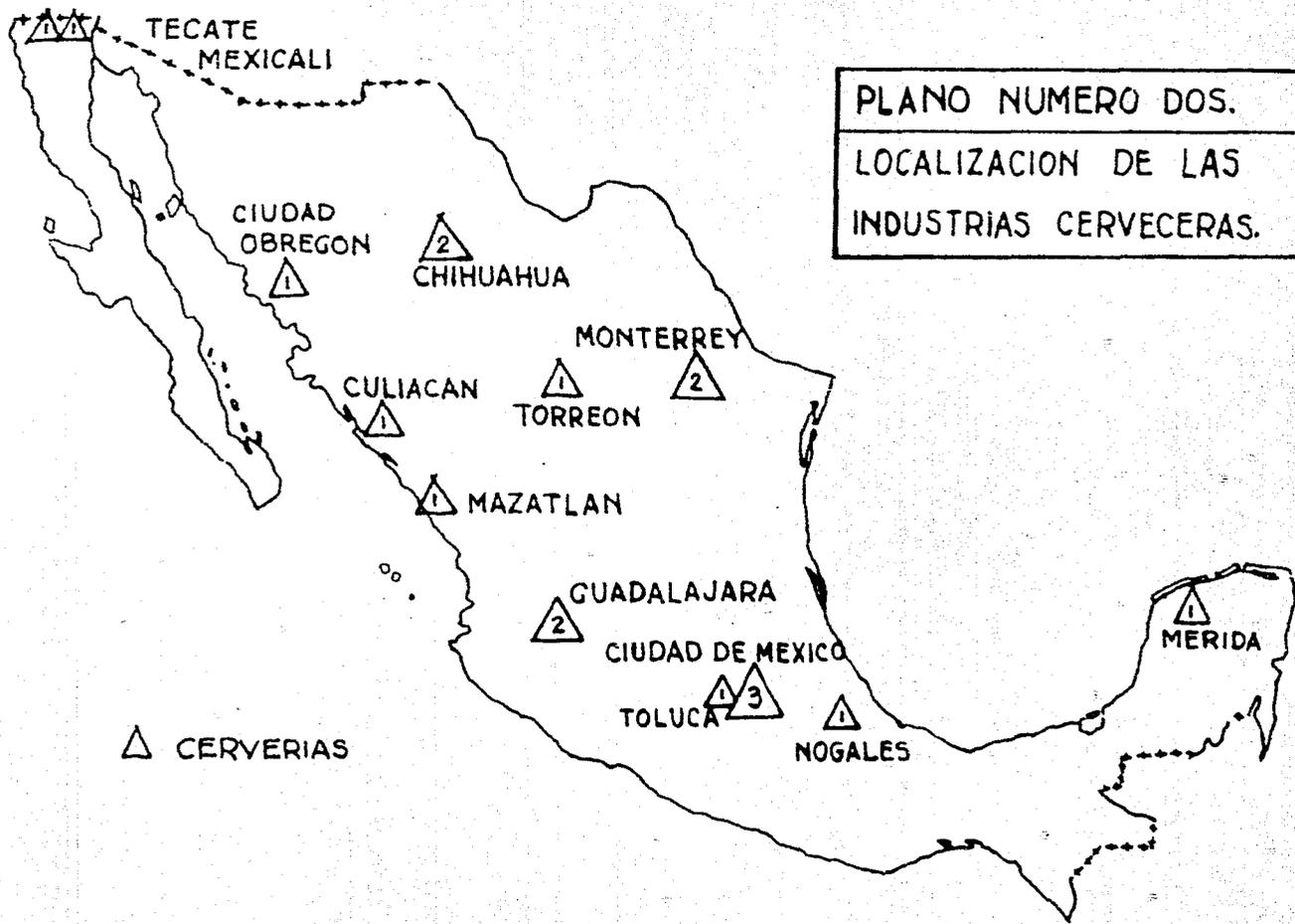
Maltas y Derivados de Baja California, S.A.

Cervecería de Sonora, S.A.

En la actualidad existen dieciocho fábricas de cerveza en el país. Tres más están en proceso de construcción. (Ver plano número dos).

Puede afirmarse que, cuando menos recientemente, el factor que predominantemente ha contado en la localización, aparte de las necesi-





PLANO NUMERO DOS.
LOCALIZACION DE LAS
INDUSTRIAS CERVECERAS.

rias obras de infraestructura, ha sido, en el caso de las malterías, la proximidad al sitio de abastecimiento de su materia prima y en el de las cervecerías la concentración de la población y la magnitud - potencial del mercado.

MALTA

A partir de 1925, la producción de malta fue incrementándose hasta llegar a cubrir de hecho el consumo nacional. De 1960 a la fecha las importaciones de malta han equivalido a una cifra que varía entre el 1% y al 2% del consumo total. Siendo conveniente añadir que estas cantidades han sido empleadas, en lo general, por las fábricas ubicadas en el perímetro libre, en cuanto a impuestos de importación se refiere, de la Península de la Baja California. La producción de malta en el año de 1969 ascendió a 154 259 882 kilogramos y las importaciones de malta fueron por 2 030 350 kilogramos, o sea, únicamente el 1.3% del consumo total.

En 1968 se calculaba, conservadoramente, que la capacidad de producción de las fábricas de malta, ascendía en conjunto a cerca de 170 000 toneladas de malta.

Se disponía de una capacidad superior a los requerimientos de la industria. Esta capacidad extra no se podía cubrir con malta destinada a la exportación debido al alto precio de adquisición de la cebada nacional, lo que impide concurrir al mercado mundial.

En general, las empresas malteras están trabajando actualmente al 90% de su capacidad instalada. Y las ampliaciones no se hacen - esperar.

CERVEZA

La producción mexicana de cerveza ha crecido a un ritmo de 6% anual, en promedio, durante los últimos diez años.

La capacidad instalada de las fábricas cerveceras que existían en 1968 era un 35% superior a los requerimientos, a pesar de lo cual se llevaban a cabo importantes ampliaciones en previsión de un incremento de la demanda futura. Se basaban, probablemente, en que el valor del consumo anual de cerveza por habitante era muy bajo en comparación con los respectivos valores de otros países, esta cantidad tenía tendencia al alza debido al aumento del poder adquisitivo de la población rural y al crecimiento demográfico de ese sector de la comunidad nacional.

Además, en los años recientes la cerveza ha sido desplazada de su mercado por las bebidas de fuerte graduación alcohólica y dado que, una de las medidas recomendadas para combatir el problema del alcoholismo es incrementar el consumo de la cerveza, al gobierno de México le debe interesar promover esa industria.

En 1969 se exportaron 2 897 556 litros de cerveza, cantidad que corresponde al 0.2% de la producción nacional de ese año. Las ventas fueron hechas a los Estados Unidos de Norteamérica, el mercado exterior lógico de la cerveza mexicana. Hay perspectivas alentadoras respecto a la exportación, pero se requiere del trabajo coordinado de industria y gobierno.

Las importaciones de cerveza a nuestro país son insignificantes, aproximadamente 2 000 litros.

CEBADA

La cebada es la materia prima básica de la industria maltera y lo es también de la industria cervecera cuando ya ha sido beneficiada y convertida en malta.

La cebada ocupa actualmente el octavo lugar en superficie y el décimo séptimo en valor, dentro de los cultivos que se realizan en el país. El área cosechable asciende a 280 000 hectáreas distribuidas - principalmente en el Altiplano Central, la Zona del Bajío y el Valle del Yaqui. Se puede observar esto en el plano número tres.

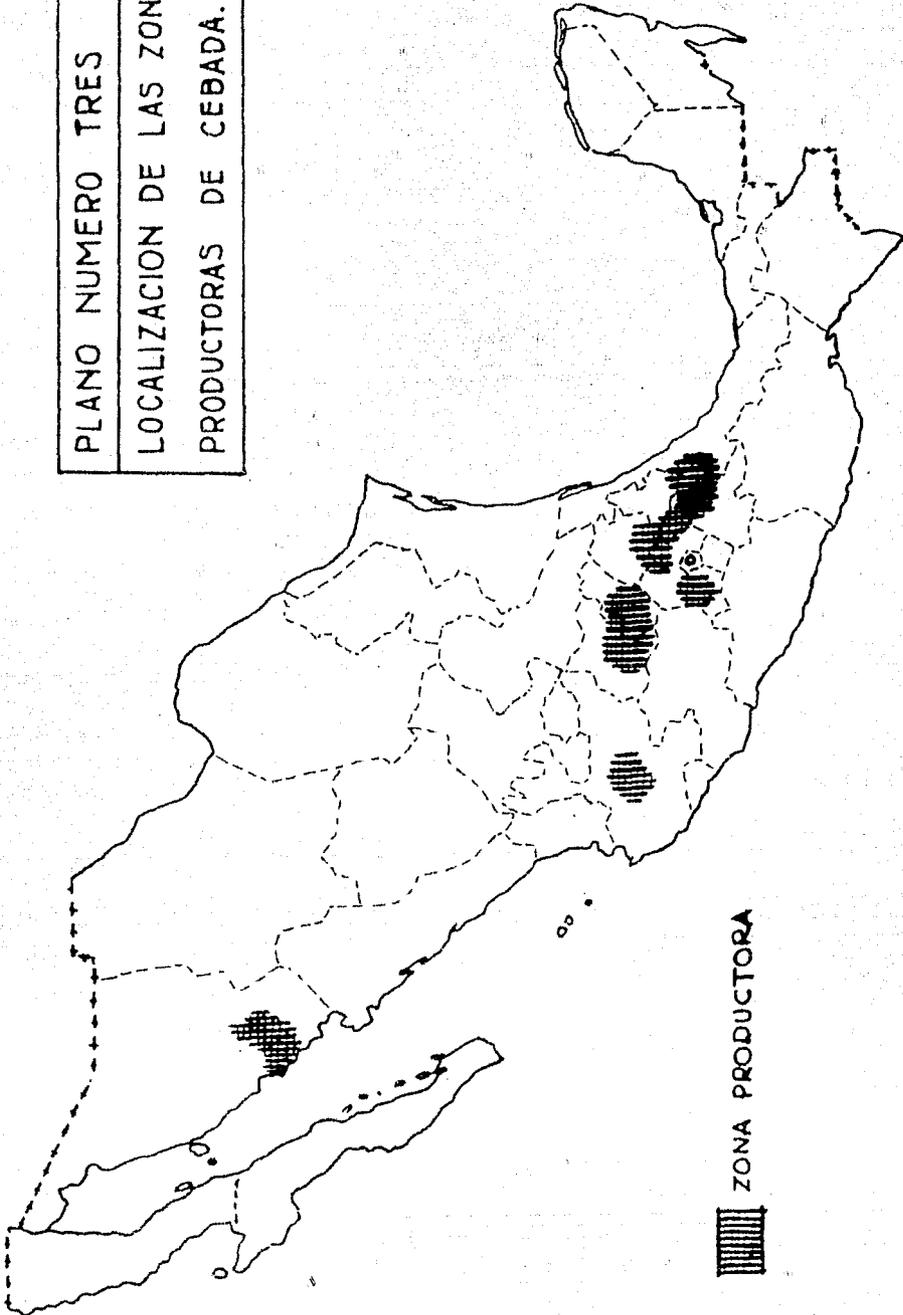
La producción de cebada para malta continúa desarrollándose en forma principal en el Altiplano (45% del total de la cosecha), debido a que cuenta con una adecuada adaptación a esa región y por disponer de un precio de garantía, que han ofrecido los industriales en convenio realizado con la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Sin embargo hay que tener en consideración que el rendimiento de cebada por hectárea cultivada es muy bajo en las zonas de temporal que caracterizan al Altiplano (Puebla, Apam, Pachuca, Tulancingo). En los distritos de riego (Querétaro, Celaya, Irapuato, Guadalajara, Sonora) se trabaja con mayor productividad, con rendimientos altos y cebada de mejor calidad. El cultivo de la cebada en las zonas de temporal del Altiplano se sostiene para aliviar la situación del campesinado de la región.

La política gubernamental de evitar importaciones ha tenido éxito en el caso de la cebada, gracias al esfuerzo común del estado y la iniciativa privada.

En México se cultivaba cebada para uso forrajero. Han tenido

PLANO NUMERO TRES
LOCALIZACION DE LAS ZONAS
PRODUCTORAS DE CEBADA.



 ZONA PRODUCTORA

que adaptarse nuevas variedades de cebada propias para la industria maltera y cervecera. En esos trabajos han participado el Instituto Nacional de la Investigación Agrícola y el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas. La variedad Apizaco es la que más éxito ha tenido.

El precio de garantía corresponde a 1 100 pesos por tonelada de cebada maltera y 950 pesos por tonelada para la cebada forrajera (también llamada común o criolla).

El precio es superior a los que se paga por otros cereales, incluso el maíz y el trigo; es ajeno a fluctuaciones y solamente es regulado por las condiciones de limpieza del producto, lo cual facilita la obtención de créditos.

Debe mencionarse además que, la cebada como planta forrajera se ha visto desplazada, principalmente por el sorgo.

Parece ser que la labor de los programas para el mejoramiento de la cebada maltera del país se extiende al campo, ayudando a mejorar las prácticas culturales; existiendo una empresa privada, que coordina la producción de cebada para la industria.

El resultado de todos estos esfuerzos es la casi completa eliminación de las importaciones de cebada, las cuales tenían la tendencia a aumentar y de 1961 a 1965, tuvieron un promedio anual de 45 000 toneladas, lo que representaba una fuga de divisas por valor de 50 000 000 de pesos. El cuadro siguiente contiene los datos de importación de cebada en los últimos años en donde se puede observar la notable disminución de las importaciones.

CUADRO NUMERO UNO

AÑO	CANTIDAD DE CEBADA IMPORTADA EN TONELADAS	VALOR DE LA IMPORTACION EN PESOS
1965	93 619	101 282 000
1966	31 471	34 552 000
1967	3 120	3 540 000
1968	1 273	1 226 000
1969	72	124 000

La posibilidad de continuar en esa línea de evitar importaciones esta en función de dos factores: la obtención de más variedades - calificadas de cebada y de los resultados finales en las cosechas que en cada ciclo se obtengan.

La producción de cebada obtenida en la cosecha primavera-verano de 1969 en la zona del Altiplano fue baja, debido al retraso de las - lluvias, y se hace necesario incrementar su cultivo en el programa de invierno ciclo 1969-1970, principalmente en los Estados de Guanajuato, Querétaro y Jalisco, a fin de satisfacer la demanda, que se estima en 220 000 toneladas para la industria maltera.

En la industria maltera se usa un 80% de cebada Apizaco y Común y 20% de las variedades Toluca I, Apam, Porvenir, Chevalier, etc. Es-

tas últimas no llenan todos los requisitos agronómicos e industriales, razones por las que su cultivo es limitado. En base a lo anterior se puede decir que la industria trabaja básicamente con dos tipos de cebada: la Apizaco y la Común.

La proporción de la Común era siempre mayor que la de Apizaco. El cultivo de ésta última ha venido aumentando y ya el año pasado la cantidad usada de Apizaco superó a la de Común.

La variedad Apizaco es de buenas propiedades malteras, comparable a las cebadas extranjeras; mientras que, la Común es esencialmente forrajera, aunque se emplea en la elaboración de malta como solución económica de la zona cebadera del Altiplano.

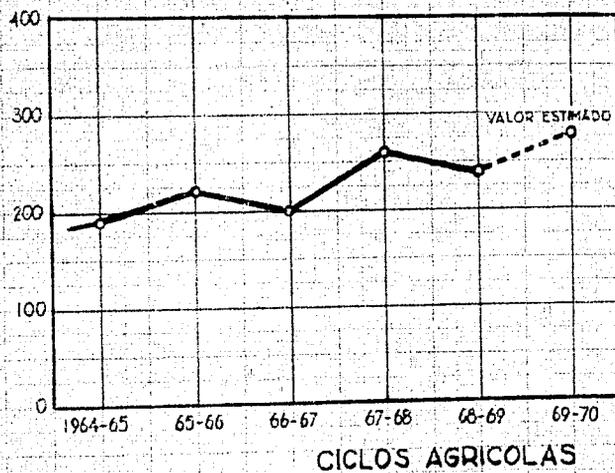
Es importante señalar las características de la cebada utilizada por la industria, debido a que su respuesta a un tratamiento estándar con ácido giberélico pudiera variar de acuerdo a los siguientes factores: variedad, época de cosecha, condiciones de cultivo, plagas, aplicaciones de fertilizantes, pesticidas, etc.

Para complementar lo dicho acerca de malta, cerveza y cebada se incluyen las siguientes gráficas:

1. Producción de cebada.
2. Importaciones de cebada.
3. Consumo de malta.
4. Producción y venta de cerveza.

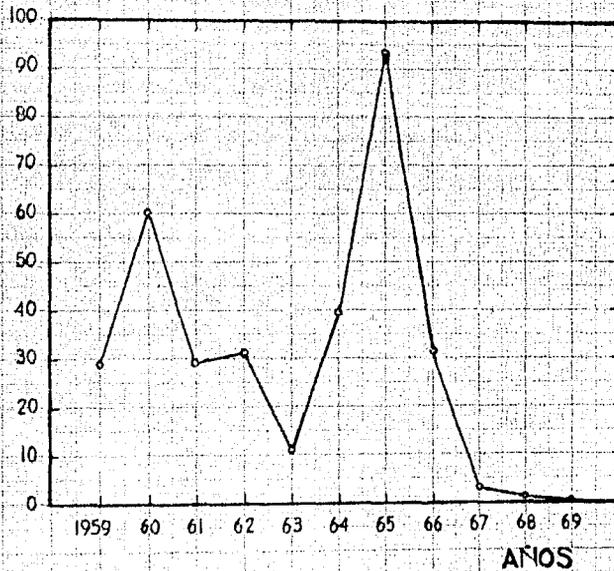
Las fuentes de información fueron, principalmente, la Cámara Nacional de la Industria de la Cerveza y de la Malta y el Plan Nacional Agrícola Ganadero y Forestal.

MILES DE TONELADAS



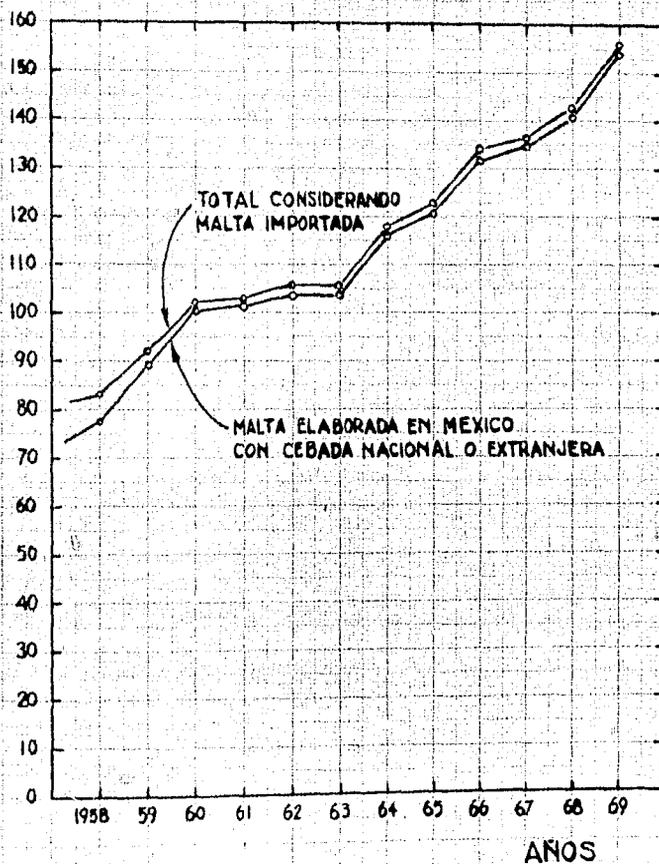
GRAFICA NUMERO UNO
PRODUCCION DE CEBADA

MILES DE TONELADAS



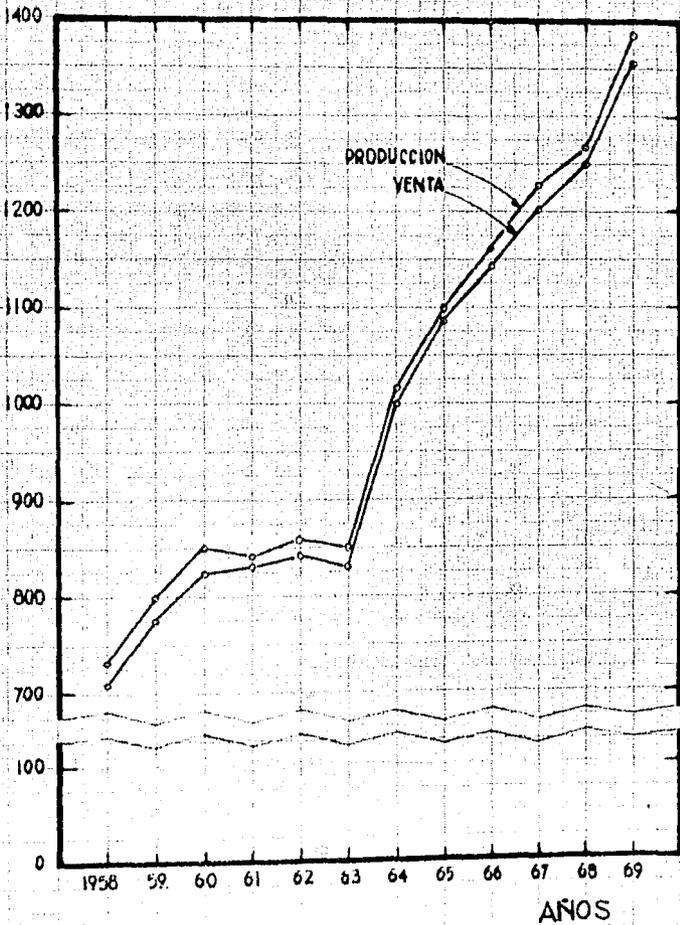
GRAFICA NUMERO DOS
IMPORTACIONES DE CEBADA

MILES DE TONELADAS



GRAFICA NUMERO TRES
CONSUMO DE MALTA

MILLONES DE LITROS



GRAFICA NUMERO CUATRO
PRODUCCION Y VENTA DE CERVEZA

NOTAS SOBRE EL USO DE ACIDO GIBERELICO EN MALTERIA

Se verán a continuación las ventajas del uso del Acido Giberélico en la elaboración de malta.

Según el folleto de una de las casas fabricantes de ácido giberélico se pueden esperar los siguientes resultados cuando se incorpora esta substancia a la última agua de remojo o se asperja sobre el material al inicio del período de germinación.

1. El tiempo de germinación puede ser reducido de uno a tres días. En las cebadas inglesas de 2 hileras el período de germinación puede exceder de 9 días, mientras que las canadienses de 6 hileras bajo temperatura y humedad controladas el período normal es 5 días. El uso de ácido giberélico reduce estos tiempos de germinación en una tercera parte, esto es, 3 días de ahorro en cebadas inglesas y 1.5 días en las variedades canadienses. Se observó en la práctica que una reducción típica en el tiempo de germinación de 7 días a 5 días podía dar origen a un aumento de 40% en la capacidad de producción de la planta si se podía disponer de un aumento en la capacidad de secado.

2. El contenido de extracto en buenas cebadas malteras puede incrementarse en un 3% y en cebada de pobres características malteras hasta 7%, siempre que se trabaje en la forma indicada, debido a que aumenta la friabilidad de la cebada tratada.

3. La diferencia en extracto entre la molienda fina y la gruesa puede ser disminuida. Se podría esperar un aumento en la diferencia entre extracto fino y grueso, debido a la germinación, pero con ácido giberélico la diferencia es disminuida. A pesar del tiempo reducido de germinación la modificación es más pareja que en una malta normal.

y la fracción extractable es más fácilmente soluble. En base a esto algunos malteros han encontrado ventajoso moler la malta tratada menos finamente que antes.

4. Las pérdidas de malteo pueden ser reducidas en 1 o 2%. Esto puede ser explicado por el hecho de que el crecimiento de la radícula es restringido en el corto tiempo de germinación. Pero se debe trabajar con precaución especial pues existe el riesgo de que, si se falla en detener la germinación en el tiempo apropiado las pérdidas de malteo se pueden incrementar en 5%. Si se seca sin demoras se puede obtener la ventaja adicional y substancial de un decremento del orden de 2% en las pérdidas por malteo.

5. El poder diastásico puede aumentarse. La alfa-amilasa se ve incrementada en más de 50% en todas clases de cebada. El efecto no se logra cuando se usan dosis bajas, se requieren valores de 1.5 gramos por tonelada para verse realizado.

6. Se pueden hacer ahorros en tiempo y en costo de producción y se pueden obtener maltas más uniformes y friables. Estas maltas fermentan más rápidamente y hay menor posibilidad de turbiedad en la cerveza que se elabora con ellas, inclusive la cerveza a menudo parece más brillante que la normal.

7. El tratamiento también incrementa el nitrógeno soluble y el número de Kolbach de la malta. Maltas de características determinadas pueden producirse variando la dosificación. Usando de 0.25 a 1.5 gramos por tonelada se obtiene el mismo acortamiento de tiempo de germinación pero varían notablemente: incremento de alfa-amilasa, incremento -

en extracción, reducción en pérdidas de malteo, y aumento de color, el cual depende de los requerimientos del maltero, por ejemplo, una malta tipo lager no debe tener el aumento de color (oscurecimiento) normalmente asociado con altos valores de nitrógeno soluble, mientras que - en maltas para destilados el primer requerimiento es la máxima actividad de alfa-amilasa, en éste caso el color no tiene importancia.

Además de las ventajas anteriores, el ácido giberélico produce una respuesta favorable en todas las cebadas, no importa que crezcan bajo condiciones climáticas muy distintas.

Cebadas de bajo grado que no alcanzaban especificaciones para usarse en malta pueden mediante el tratamiento con ácido giberélico - cumplir satisfactoriamente los requisitos.

Así mismo el tratamiento es plenamente justificable en las cebadas de grado estandar.

No se han encontrado efectos desfavorables en la cerveza manufacturada con maltas tratadas.

El ácido giberélico sufre una extensiva descomposición durante la germinación y el secado de la malta; también el cocimiento del mosto favorece la destrucción de cualquier residuo.

El análisis de cervezas han mostrado que el contenido de ácido giberélico residual es del orden de 0.001 ppm.

La Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos - permite el uso de éste aditivo. Pone de condiciones que los residuos en la malta no sean más de 2 ppm. Los residuos obtenidos de tratamientos normales están muy por abajo de esa cifra.

En Gran Bretaña las varias dependencias oficiales que asesoran

en aditivos para alimentos han concluido lo siguiente: "La adición de 0.25 a 2.0 ppm de ácido giberélico al licor de remojo no implica peligro al usuario ni al consumidor".

Hasta aquí se vieron las ventajas del empleo de ácido giberélico en malta, las características del producto elaborado con esa malta y la seguridad de su manejo según las indicaciones de los fabricantes.

De la revisión bibliográfica se tomaron las siguientes notas:

Quando se agregan pequeñas concentraciones de ácido giberélico al agua de remojo de la cebada el proceso de germinación es grandemente acelerado. Las maltas resultantes son de mayor rendimiento en malta y extracción. Sin embargo, la estimulación por el ácido giberélico causa una proteólisis mayor de lo común, lo cual resulta en maltas que contienen cantidades anormalmente grandes de sustancias nitrogenadas solubles.

Aunque esta desventaja es puesta en duda por algunos autores en lo que referente al aumento de nitrógeno soluble si lo es desde el punto de vista del pardeamiento de la malta.

Como consecuencia se realizó investigación para buscar controlar las excesivas modificaciones y la actividad enzimática.

Se descubrió que las ventajas del ácido giberélico pueden conservarse y regularse al mismo tiempo las indeseables tendencias de oscurecimiento y sobre-modificación de los compuestos nitrogenados mediante la adición de un compuesto químico.

Este procedimiento ha sido probado con éxito. Existen ya algunos tratamientos más para controlar modificaciones, crecimiento de la radícula y desarrollo enzimático, varios de ellos tienen potencialmente aplicación comercial.

El principal efecto bioquímico del ácido giberélico adicionado es el incremento de la producción de enzimas hidrolíticas, especialmente endo-beta-glucanasa, alfa-amilasa y peptidasa, en ese orden.

Hasta hoy no se han encontrado substitutos químicos al ácido giberélico para uso en malteo.

La malta pudiera ser sustituida por un proceso de hidrólisis química o enzimática de la cebada. Por lo menos en 10 años no se considera que suceda esto en México.

La tecnología de la industria de la malta puede cambiar. Diversos estudios sobre modificaciones al proceso de malteo han mostrado éxito en sus aplicaciones recientes. Y procesos comerciales desarrollados para producir nuevos tipos de malta han sido patentados. Se podría prescindir de la operación de secado tradicional.

Sería conveniente hacer mención de algunas opiniones negativas obtenidas durante el estudio de mercado.

Varias personas lo probaron años atrás. Unas no lo aceptaron por el obscurecimiento que ocasionaba. Otras consideraron que la malta sin dicho tratamiento satisfacía las normas de su compañía.

SECCION 2. AGRICULTURA

Las giberelinas, incluyendo al ácido giberélico, se hayan presentes en todos los vegetales.

Estas sustancias junto con las auxinas, las citoquininas y las recién descubiertas abscisinas forman el sistema que controla el desarrollo de la planta en todas sus etapas.

La respuesta de una planta a un tratamiento con giberelinas exógena, depende de la variedad de la planta o sea de su información genética, de la etapa de desarrollo en que se encuentre el vegetal, de la

presencia de otros reguladores de crecimiento, de la dosis utilizada, del lugar y la forma de aplicación, de las condiciones en que crece la planta y de la giberelina empleada específicamente.

Posiblemente la aplicación de giberelinas a un cultivo dado pudiera dar lugar a una "mejora aparente" en el mismo, en otras palabras, con el uso de giberelinas se podrían obtener condiciones favorables en los aspectos de rendimiento, tamaño, uniformidad, tiempo.

Pero el éxito de un tratamiento y, por tanto, su uso extensivo en el futuro dependen no solamente de mejorías en los aspectos citados si no de un resultado satisfactorio en el análisis de los cambios habidos en todos los aspectos importantes del producto cultivado. Es decir que además se deben tomar en cuenta: sabor, color, aroma, valor nutritivo, resistencia a plagas, estabilidad en el almacenamiento, etc. Y hacer un balance económico para ver si la ganancia monetaria justifica el empleo de estos aditivos.

Al revisar la bibliografía se descubre una verdadera explosión de informes acerca de investigaciones realizadas para estudiar los efectos del ácido giberélico en diversos cultivos.

Esto se debe al interés tan grande que estas sustancias despertaron en el mundo cuando se le dió a conocer su existencia y sus efectos, los cuales en algunas ocasiones son espectaculares.

El análisis de la bibliografía existente es difícil por la gran cantidad de temas y subtemas tratados, porque muchos de los trabajos publicados no siguen un plan de trabajo o son incompletos y por la diversidad de lenguas y revistas en que se encuentran escritos. Sin embargo hay productos agrícolas de los que se han realizado investigaciones --

exhaustivas, principalmente de aquellos en que los trabajos iniciales indicaron posibilidades de éxito en la aplicación de ácido giberélico o de giberelinas. Otra ayuda en la tarea de evaluar la información publicada es que, la gente especializada en este campo hace con relativa frecuencia reuniones para exponer los resultados de la investigación y difundirlas. También estas personas publican de vez en cuando trabajos de revisión de la literatura sobre el tema. Y las fábricas productoras de estas sustancias publican folletos recomendando el uso de sus productos en algunos cultivos, basados en sus propios estudios o en investigaciones que ayudaron a desarrollar.

El uso de éste aditivo a escala comercial depende, como ya lo señalamos, de muchos factores limitantes. Así, aunque potencialmente había muchos cultivos en los que se pensaba utilizarlo, su uso se limita a unos cuantos, en los que se ha probado científica y prácticamente la conveniencia de su empleo.

De acuerdo a las referencias encontradas éste producto se utiliza, en países que poseen una agricultura avanzada, para mejorar la productividad de algunos cultivos. En varios casos el empleo de estas sustancias presenta características especiales y no se puede pensar en usarlo para el mismo fin en países de clima cálido o de agricultura poco evolucionada. A pesar de todas las limitaciones mencionadas hay productos agrícolas en que el empleo de ácido giberélico y del resto de giberelinas ofrece buenas perspectivas.

Los fabricantes recomiendan el uso de ácido giberélico, siempre y cuando se sigan al pie de la letra las instrucciones, en los siguientes cultivos:

Alcachofa, apio, berenjena, café, caña de azúcar, cereza, ciruelo, cítricos, crisantemos, chícharo, chile, dalias, espinacas, fresa, frutales, jitomate, lechuga para siembra, limones, lúpulo, naranjas, papa para siembra, pepino, perejil, ruibarbo, tangelc, uva. Pero ésta lista no es definitiva, pueden incluirse posteriormente nuevos elementos y eliminarse otros, por ejemplo:

El apio, que se valora por la longitud de su tallo y lo crujiente del mismo, responde al tratamiento con notables incrementos en peso fresco, pero un efecto lateral, en éste caso, las malas características de almacenamiento del apio tratado impiden la difusión del uso de giberelinas en éste cultivo. Es posible que se agregue a la lista al algodón pues, según informes, en determinados casos se han obtenido resultados satisfactorios. Otros candidatos son: alfalfa, camelias, coníferas.

En México se ha experimentado el uso de ácido giberélico en fresa, chícharo, forrajes, papa, maíz, frutales, flores y otros cultivos. Las investigaciones han sido intentos aislados para mejorar a un cultivo en especial. Muchas investigaciones son incompletas, otras están en vías de continuar, otras dieron malos resultados. Varias tuvieron éxito. En algunas de las ocasiones en que la investigación tuvo éxito se hizo extensión al campo.

El estudio de mercado correspondiente a ésta sección de agricultura fue particularmente difícil. Las dificultades encontradas se debieron a tres razones principales:

1. A que existe una gran cantidad de productos agrícolas potenciales susceptibles al uso de éste aditivo, discernir en cuales de ellos

se utiliza ácido giberélico en nuestro país no es una tarea sencilla. No hay informantes que cubran todos los campos agrícolas:

Horticultura, floricultura, fruticultura, cereales, etc. A veces se encuentran especialistas en un producto perteneciente a la lista de productos factibles. Aun en éste caso es posible que estas personas, como se dedican a la investigación científica, estén poco enteradas de aplicaciones comerciales en el campo.

2. Los probables usuarios se hallan distribuidos en todo el territorio nacional. No es fácil ponerse en contacto con ellos.

3. Se logró obtener datos respecto a algunos consumos pero los datos en buena parte son de carácter confidencial.

Se piensa que, el ácido giberélico se está usando en forma comercial en tres, cuatro o más cultivos del agro mexicano.

SECCION 3. OTRAS APLICACIONES

Se encontraron referencias acerca de otros usos del ácido giberélico, fuera ya de los campos de la agricultura y de la maltería.

Esos posibles usos se mencionan en seguida:

En coloración de cítricos.

Para retrasar la maduración de frutas cítricas en la industria.

En la conservación de algunas frutas no cítricas.

En proyectos de creación de plantas híbridas.

Como estimulante del crecimiento de cultivos microbianos.

Para engorde de borregos, en mezcla con otras sustancias.

En una medicina de patente indicada para ayudar a corregir deficiencia proteica y agotamiento físico y mental.

CONSIDERACIONES FINALES DEL ANALISIS DE MERCADO

Se han visto cuales son las características del mercado consumidor mexicano para el ácido giberélico.

Veremos ahora quienes son los productores.

Se tienen referencias de que lo producen varias compañías en el mundo.

En Estados Unidos lo fabrican:

Merck Chemical Division, Merck & Co., Inc.

Amdal Company, Agricultural Division. Abbott Laboratories.

Distillation Products Industries, Division. Eastman Kodak Co.

Chas. Pfizer & Co., Agricultural Division.

Roselle Laboratories, Inc.

Se tienen datos de dos posibles productores o ex-productores norteamericanos:

Eli Lilly & Co.

Velsicol Chemical Corp.

En Inglaterra lo produce:

Imperial Chemical Industries, Ltd.

En Japón lo fabrica:

Kyowa Hakko Kogyo Co.

Puede haber otros fabricantes entre los países de la órbita socialista, posiblemente Rusia, Checoslovaquia, Rumania, Polonia.

La información obtenida en el estudio del mercado tiene en su mayor parte carácter confidencial, lo cual limita un poco lo que se pudiera decir en estas consideraciones finales.

Para cumplir con la finalidad de éste trabajo podemos suponer para los cálculos posteriores:

1. Un consumo anual de 120 kilogramos.
2. Un precio de venta estable. 14 pesos por gramo.
3. Una tasa de crecimiento de 7% anual.
4. Instalaciones que permitan cubrir un aumento amplio en la demanda.

CAPITULO 6INVERSION DE LA PLANTA

Quando hablamos de inversión de la planta nos referimos a la inversión total, a la suma de la inversión fija y del capital de trabajo.

Primeramente calcularemos la inversión fija. Usaremos el método de porcentajes sobre el valor del equipo y maquinaria. Nos basamos en un conocimiento aproximado del proceso elegido, del costo del equipo de proceso y de los requerimientos de una planta para nuestro proceso.

CALCULO DEL VALOR DEL EQUIPO Y MAQUINARIA

1. Equipo para desarrollo inicial del inóculo	\$ 20 000
2. Fermentador de semilla	\$ 60 000
3. Fermentador de producción incluyendo equipo de suministro de aire	\$ 195 000
4. Filtro para micelio	\$ 20 000
5. Equipo de sedimentación	\$ 15 000
6. Equipo de intercambio iónico	\$ 50 000
7. Equipo de extracción	\$ 20 000
8. Evaporador-cristalizador	\$ 70 000
9. Secador	\$ 20 000
10. Incinerador	\$ <u>10 000</u>
Total	\$ <u>480 000</u>

NOTA. Los costos se estimaron en base a cotizaciones proporcionadas por los fabricantes del equipo.

CALCULO DEL COSTO DE CONSTRUCCION DE LA PLANTA

1. Laboratorio. (4m x 8m) (\$800/m ²)	\$ 25 600
2. Sala de fermentación. (4x8)(800)	\$ 25 600
3. Sala de separación de producto (5x8)(500).....	\$ 20 000
4. Sala de purificación de producto (5x8)(500).....	\$ 20 000
5. Local de eliminación de residuos. (5x10)(500).....	\$ 25 000
6. Almacén de microorganismos y reactivos (2x3)(800).	\$ 4 800
7. Almacén de materias primas. (5x8)(500).....	\$ 20 000
8. Almacén de artículos de planta. (2x3)(500).....	\$ 3 000
9. Almacén de producto terminado y empaque. (4x6)(500)	\$ 12 000
10. Oficinas. (3x6)(900).....	\$ 16 200
Total	<u>\$ 172 200</u>

CALCULO DE LA INVERSION FIJA

Equipo y maquinaria. (A)	\$ 480 000
Instalación. (0.25 A)	\$ 120 000
Tubería. (0.15 A)	\$ 72 000
Instrumentación (0.15 A)	\$ 72 000
Aislante. (0.05 A)	\$ 24 000
Equipo eléctrico. (0.15 A)	\$ 72 000
Edificio: fábrica y oficinas	\$ 172 000
Acondicionamiento del terreno (0.05 A)	\$ 24 000
Terreno. (1000 m ² x 100 pesos/m ²)	\$ 100 000
Servicios. (0.25 A)	\$ 120 000
<hr/>	
COSTO FISICO. (B)	\$1 256 000
Ingeniería. (0.10 B)	\$ 126 000
<hr/>	
COSTO DIRECTO. (C)	\$1 382 000
Ganancia del contratista. (0.08 C)	\$ 111 000
Imprevistos. (0.10 C)	\$ 138 000
<hr/>	
INVERSION FIJA. (IF)	<u>\$1 631 000</u>

NOTA: Las cifras se redondearon a miles de pesos.
Se hace lo mismo en todos los cálculos posteriores.

CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO.

El cálculo del capital de trabajo implica el conocimiento del costo de producción, el cual se ve en el capítulo siguiente. Es el dinero que la fábrica tiene invertido en efectivo, inventarios y créditos. Se asume que la compañía va a vender de contado, los dos meses de crédito a clientes son un margen de seguridad.

1. EFECTIVO:

Aproximadamente un mes de costo de producción.

$$\$ 809\ 000/12 = \$ 67\ 000$$

2. INVENTARIOS:

Un mes de materia prima	\$ 10 000
Un mes de producto terminado	\$ 67 000
Dos meses de material de empaque	\$ 4 000
Producto en proceso	- ---
Refacciones (0.05 IF)	\$ 8 000
Reactivos	\$ 12 000

3. CREDITOS:

A clientes (dos meses)	\$ 300 000
De proveedores (-)	\$ <u>10 000</u>
Total	\$ <u><u>458 000</u></u>

CALCULO DE LA INVERSION TOTAL

Inversión fija	\$ 1 631 000
Capital de trabajo	\$ 488 000
<hr/>	
INVERSION TOTAL	\$ 2 089 000
PRESTAMO	\$ 500 000
ACCIONES	\$ 1 589 000



CAPITULO 7

QUIMICA

ESTIMACION DE COSTOS

Se harán estimativas de los costos de producción y de operación para el primer año.

BASES PARA EL CALCULO DEL COSTO DE PRODUCCION

1. MATERIA PRIMA

El costo del litro de caldo de cultivo se calcula en base al medio de Sánchez-Marroquín, citado en el capítulo 4.

$$\text{Glucosa: } 20\text{g} \times \frac{5 \text{ pesos}}{1000 \text{ g}} = 0.10 \text{ pesos}$$

Agua de cocimiento de maíz:

$$25\text{g} \times \frac{6 \text{ pesos}}{1000 \text{ g}} = 0.15 \text{ pesos}$$

$$\text{Nitrato de amonio: } 2.6\text{g} \times \frac{8 \text{ pesos}}{1000 \text{ g}} = 0.02 \text{ pesos}$$

$$\text{Fosfato monopotásico: } 0.5\text{g} \times \frac{36 \text{ pesos}}{1000 \text{ g}} = 0.02 \text{ pesos}$$

$$\text{Sulfato de potasio: } 0.2\text{g} \times \frac{10 \text{ pesos}}{1000 \text{ g}} = 0.002 \text{ pesos}$$

Costo del litro de caldo: 0.30 pesos, aproximadamente.

Suponemos una existencia de materias primas suficiente para producir 200 kilogramos de ácido giberélico.

$$\frac{200 \text{ kg}}{\text{año}} \times \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1\text{g}} \times \frac{0.30 \text{ pesos}}{\text{litro}} = 60 \text{ 000 pesos/año}$$

Acetato de etilo:

$$\frac{4000 \text{ litros}}{\text{año}} \times \frac{6.75}{\text{litro}} = 27 \text{ 000 pesos/año}$$

Acido clorhídrico, soluciones tampón\$ 27 000 pesos/año

Total de materias primas:\$114 000 pesos/año

2.1. MANO DE OBRA DIRECTA:

$$3 \text{ obreros} \times \frac{1 \text{ 300 pesos}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = 47 \text{ 000 pesos/año}$$

2.2 SUPERVISION:

10% del tiempo de gerente general	\$ 14 000/año
20% del tiempo del gerente de producción	\$ 19 000/año
50% del tiempo del ayudante de producción ...	\$ 30 000/año
	<u>\$ 63 000/año</u>

3. MANTENIMIENTO:

Mano de obra y materiales se estiman en forma anual como un 2 % de la inversión fija, se emplea un porcentaje menor al usual por tratarse de equipo nuevo y por ser un proceso no corrosivo:

$$0.02 \times 1 \text{ 631 000} = \$ 33 \text{ 000/año}$$

4. ARTICULOS DE PLANTA:

Aproximadamente igual a la suma de mano de obra directa y mano de obra de mantenimiento.

$$47 \text{ 000} + \frac{33 \text{ 000}}{2} = 47 \text{ 000} + 17 \text{ 000} = 64 \text{ 000/año}$$

El valor así estimado parece demasiado alto para los requerimientos de la industria que se planea. Se considera que 20 000 pesos al año son suficientes para éste renglón del costo de producción.

5. SERVICIOS:

Valor estimado: \$ 120 000/año

6. RENTA:

Se supone que la compañía es dueña del terreno y de la construcción, por tanto, no paga renta.

7. REGALIAS:

Se asume que una de las compañías que fabrican actualmente el producto en otras partes del mundo se establece en México, aportando el 50% de la inversión total y la tecnología. Su ganancia estará basada en la utilidad neta y no en las regalías.

8. LABORATORIO:

20% del tiempo del gerente de producción	\$ 19 000/año
50% del tiempo del ayudante de producción ...	\$ 30 000/año
Materiales	\$ 30 000/año
	<hr/>
	\$ 79 000/año

9. DEPRECIACION:

Se calcula como un 10% de la inversión fija

$$0.10 \times 1\,631\,000 = \$ 163\,000/\text{año}$$

Se suponen depreciación (y amortización) a diez años.

10. SEGUROS, IMPUESTO PREDIAL, IGUALAS

2.5% de la inversión fija

$$0.025 \times 1\,631\,000 = \$ 41\,000/\text{año}$$

11. GASTOS DE PLANTA:

50% del valor estimado originalmente para artículos de planta.

$$0.50 \times 64\,000 = \$ 32\,000/\text{año}$$

12. EMPAQUE:

Valor estimado: \$ 24 000/año

13. INVESTIGACION PARA MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION:

10% del tiempo del gerente general	\$ 14 000/año
40% del tiempo del gerente de producción	\$ 38 000/año
Equipo y materiales	\$ 9 000/año

Cantidad total estimada para
investigación de producción \$ 61 000/año

14. TRANSPORTE DENTRO DE FABRICA

Una tortuga, tarimas, escaleras y
estructuras auxiliares \$ 12 000/año

SALARIOS DEL PERSONAL INICIAL DE LA PLANTA

Gerente general	\$ 12 000/mes
Gerente de ventas	\$ 8 000/mes
Gerente de producción	\$ 8 000/mes
Ayudante de producción	\$ 5 000/mes
Contador	\$ 5 000/mes
Secretaria	\$ 2 100/mes
Operario 1	\$ 1 300/mes
Operario 2	\$ 1 300/mes
Operario 3	\$ 1 300/mes
<hr/>	
NOMINA TOTAL	<u>\$ 44 000/mes</u>

DISTRIBUCION DEL TIEMPO DEL PERSONAL DE LA PLANTA

GERENTE GENERAL:

Supervisión de producción	10%
Investigación de producción	10%
Gastos de administración	30%
Gastos de ventas	10%
Gastos financieros	10%
Gastos de investigación	30%

GERENTE DE VENTAS:

Gastos de ventas	80%
Gastos de investigación	20%

GERENTE DE PRODUCCION:

Supervisión de producción	20%
Laboratorio de producción	20%
Investigación de producción	40%
Gastos de investigación	20%

AYUDANTE DE PRODUCCION:

Supervisión de producción	50%
Laboratorio de producción	50%

CONTADOR:

Gastos administrativos	80%
Gastos financieros	20%

SECRETARIA:

Gastos de planta	30%
Gastos de administración	40%
Gastos de ventas	30%

OPERARIOS:

Mano de obra de producción	100%
----------------------------------	------

COSTO DE PRODUCCION PARA EL PRIMER AÑO

1. Materias primas :.....	\$ 114 000
2.1. Mano de obra directa	\$ 47 000
2.2. Supervisión	\$ 63 000
3. Mantenimiento	\$ 33 000
4. Artículos de planta	\$ 20 000
5. Servicios	\$ 120 000
6. Renta	\$ - - -
7. Regalías	\$ - - -
8. Laboratorio	\$ 79 000
9. Depreciación	\$ 163 000
10. Seguros, Impuesto predial, Iguales	\$ 41 000
11. Gastos de planta	\$ 32 000
12. Empaque	\$ 24 000
13. Investigación	\$ 61 000
14. Transporte dentro de fábrica	\$ 12 000
	<u>\$ 809 000</u>

CALCULO DEL COSTO DE OPERACION O GASTOS GENERALES DEL PRIMER AÑO

1. GASTOS DE ADMINISTRACION:

Gerente general (30% de su tiempo)	\$ 40 000
Contador (80% de su tiempo)	\$ 48 000
Secretaria (40% de su tiempo)	\$ 10 000
Papeleria	\$ 2 000
Depreciación equipo de oficina	\$ 2 000
Depreciación edificio oficina	\$ 2 000
Amortización gastos iniciales	\$ 3 000
Auditoria (50% de su costo)	\$ 12 000
	<hr/>
	\$ 119 000

2. GASTOS DE VENTAS:

Gerente general (10% de su tiempo)	\$ 12 000
Gerente de ventas (80% de su tiempo)	\$ 77 000
Secretaria (30% de su tiempo)	\$ 8 000
Víaticos	\$ 24 000
Comisiones	\$ 12 000
Transporte	\$ 12 000
Publicidad	\$ 12 000
Impuesto sobre ingresos mercantiles *	\$ 20 000
	<hr/>
	\$ 177 000

* El impuesto sobre ingresos mercantiles se estimó en \$20 000, basándose en una condonación de la parte federal del impuesto. Se supone que la industria gozará de los beneficios de la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias.

3. GASTOS FINANCIEROS:

Gerente general (10% de su tiempo)	\$ 12 000
Contador (20% de su tiempo)	\$ 12 000
Interés préstamo bancario al 12%	60 000
Préstamo a 5 años	\$ 100 000
Representaciones	\$ 12 000
Auditoria (50% de su costo)	\$ 13 000
	<u>\$ 209 000</u>

4. GASTOS DE INVESTIGACION:

Gerente general (30% de su tiempo)	\$ 36 000
Gerente de ventas (20% de su tiempo)	\$ 19 000
Gerente de producción (20% de su tiempo)	\$ 19 000
Libros y revistas	\$ 12 000
Materiales	\$ 6 000
	<u>\$ 92 000</u>

TOTAL

\$ 597 000

CAPITULO 8

EVALUACION ECONOMICA

Este capítulo contiene:

1. Estado de pérdidas y ganancias a un año
2. Rentabilidad y tiempo de recuperación
3. Balance de apertura
4. Balance del día, transcurrido un año
5. Flujo de efectivo inicial
6. Flujo de efectivo a un año
7. División de los costos en fijos y variables
8. Gráficas del punto de equilibrio
 - A. Mercado mexicano supuesto
 - B. Ampliación del mercado. Producto a precio internacional
9. Consideraciones acerca de las gráficas del punto de equilibrio y de la rentabilidad de la inversión
10. Análisis de los estados financieros
11. Conclusiones del análisis de los estados financieros

1. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS A UN AÑO

VENTAS BRUTAS	\$ 1 680 000
DESCUENTOS *	0 000 000
<hr/>	
VENTAS NETAS	\$ 1 680 000
COSTO DE PRODUCCION	809 000
<hr/>	
GANANCIA BRUTA	\$ 871 000
GASTOS GENERALES	597 000
<hr/>	
GANANCIA NETA	\$ 274 000
IMPUESTOS **	54 000
<hr/>	
GANANCIA LIQUIDA	<u>\$ 220 000</u>

* Se asume que no hay devoluciones, descuentos, ni bonificaciones durante el primer año de trabajo.

** Se supone reducción en 30% del impuesto sobre la renta, aprovechando las franquicias fiscales de la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias.

2. RENTABILIDAD Y TIEMPO DE RECUPERACION

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{Ganancia Líquida}}{\text{Inversión Total}}$$

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{220\ 000}{2\ 089\ 000} \times 100 = \underline{\underline{10.5\%}}$$

TIEMPO DE RECUPERACION:

$$\frac{\text{Inversión Total}}{\text{Ganancia Líquida} + \text{Depreciación} + \text{Amortización préstamo}}$$

TIEMPO DE RECUPERACION:

$$\frac{2\ 089\ 000}{220\ 000 + 143\ 000 + 100\ 000} = \frac{2\ 089\ 000}{463\ 000} = \underline{\underline{4.3\ \text{años}}}$$

3. BALANCE DE APERTURA

ACTIVO	PASIVO
CIRCULANTE:	CIRCULANTE:
Efectivo 364 000	Créditos:
Inventarios:	Proveedor de mobiliario 10 000
Materia prima 10 000	Materia prima nacional - - -
Reactivos 12 000	
Material empaque ... 4 000	FIJO:
Refacciones 8 000	Préstamo sobre equipo y maquinaria 500 000
FIJO:	
Equipo construcción y terreno (IF) 1 681 000	CAPITAL SOCIAL 1589 000
Mobiliario 10 000	
DIFERIDO:	
Notario 20 000	
Asesor legal 10 000	
Seguros 30 000	
2 090 000	2 090 000

Nota: Todas las cantidades se expresan en pesos mexicanos. En ésta página, y en las siguientes, se omite el signo de pesos para facilitar la lectura.

4. BALANCE DEL DIA, TRANSCURRIDO UN AÑO

ACTIVO	PASIVO
CIRCULANTE: Efectivo 349 000 Inventarios: Materia prima 10 000 Producto 67 000 Refacciones 8 000 Empaque 4 000 Reactivos 12 000 Crédito a clientes 300 000	CIRCULANTE: Crédito de proveedores: Mobiliario - - Materia prima 10 000 Impuestos: Ingresos mercantiles.. 20 000 Sobre la renta 54 000
FIJO: Bienes depreciados: Equipo, construcción y terreno (IF) 1 468 000 Mobiliario 18 000 DIFERIDO: Notario 18 000 Asesor legal 9 000 Seguros 30 000	FIJO: Hipoteca - - Préstamo 400 000 CAPITAL SOCIAL 1589 000 Ganancia líquida 220 000
2 293 000	2 293 000

5. FLUJO DE EFECTIVO INICIAL

ENTRADAS REALES:

Capital social pagado	1 589 000
Préstamo	500 000
Proveedor de mobiliario	10 000
	<u>2 099 000</u>

SALIDAS REALES:

Planta paquete (IF):	
Equipo, terreno, edificio, ingeniería, etc.	1 631 000
Mobiliario	10 000
Notario	20 000
Asesor legal	10 000
Seguros	30 000
Materia prima	10 000
Reactivos	12 000
Empaque	4 000
Refacciones	8 000
	<u>1 735 000</u>

EFECTIVO = 2 099 000 - 1 735 000 = 364 000

6. FLUJO DE EFECTIVO A UN AÑO

Efectivo anterior	+364 000
Inventario materia prima	- . .
Inventario producto	- 67 000
Inventario refacciones	- . .
Inventario material empaque	- . .
Inventario reactivos	- . .
Crédito a clientes	-300 000
Equipo, construcción, terreno, etc	+163 000
Mobiliario	- 8 000
Notario	+ 2 000
Asesor legal	+ 1 000
Seguros	- . .
Crédito total de proveedores	- . .
Impuesto ingresos mercantiles	+ 20 000
Impuesto sobre la renta	+ 54 000
Préstamo	-100 000
Ganancias	+220 000
EFECTIVO	349 000

7. DIVISION DE LOS COSTOS EN FIJOS Y VARIABLES

CONCEPTOS	% FIJO	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES
COSTO DE PRODUCCION:			
1. Materia prima	0	- - -	114 000
2. Mano de obra	70	77 000	33 000
3. Mantenimiento	30	10 000	23 000
4. Artículos	50	10 000	10 000
5. Servicios	30	36 000	84 000
6. Renta	--	- - -	- - -
7. Regalías	--	- - -	- - -
8. Laboratorio	40	32 000	47 000
9. Depreciación	100	163 000	- - -
10. Seguros, Impuestos, Iguales	100	41 000	- - -
11. Gastos de planta	80	26 000	6 000
12. Empaque	0	- - -	24 000
13. Investigación producción .	70	43 000	18 000
14. Transporte dentro fábrica.	60	7 000	5 000
GASTOS GENERALES:			
1. Gastos administrativos ...	70	83 000	36 000
2. Gastos de ventas	30	53 000	124 000
3. Gastos financieros	60	125 000	84 000
4. Gastos de investigación ..	80	74 000	18 000
TOTALES		780 000	626 000

8. GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

A. MERCADO MEXICANO SUPUESTO

Se asume que se vende toda la producción del primer año, 120 kg de ácido giberélico con valor de venta de 1 680 000 pesos.

El costo total de producción de esos 120 kg es de 1 406 000 pesos, de los cuales 780 000 pesos corresponden a costos fijos y 626 000 pesos a costos variables.

B. AMPLIACION DEL MERCADO. PRODUCTO A PRECIO INTERNACIONAL

Se supone un precio de venta de 14 pesos por kilogramo para el mercado interno (120 kg) y de 12.50 pesos por kilogramo para el mercado externo. Los costos fijos y variables de la producción de 120 kg de producto son los mismos del caso anterior.

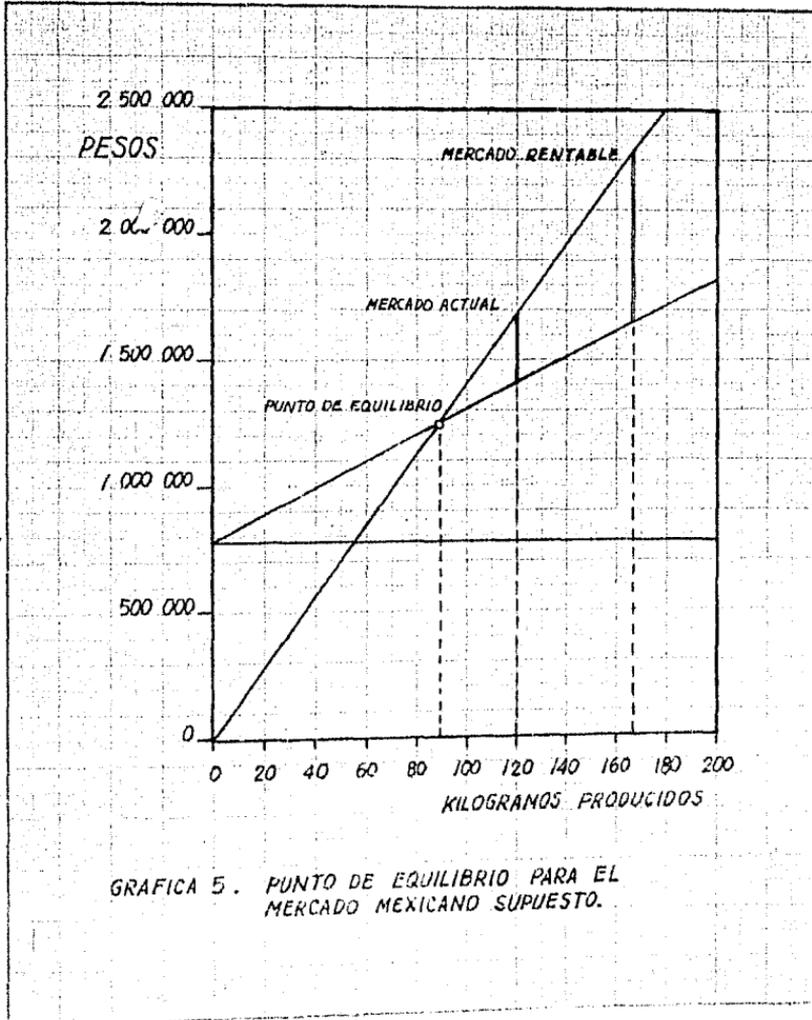
9. CONSIDERACIONES ACERCA DE LAS GRAFICAS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO Y DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION

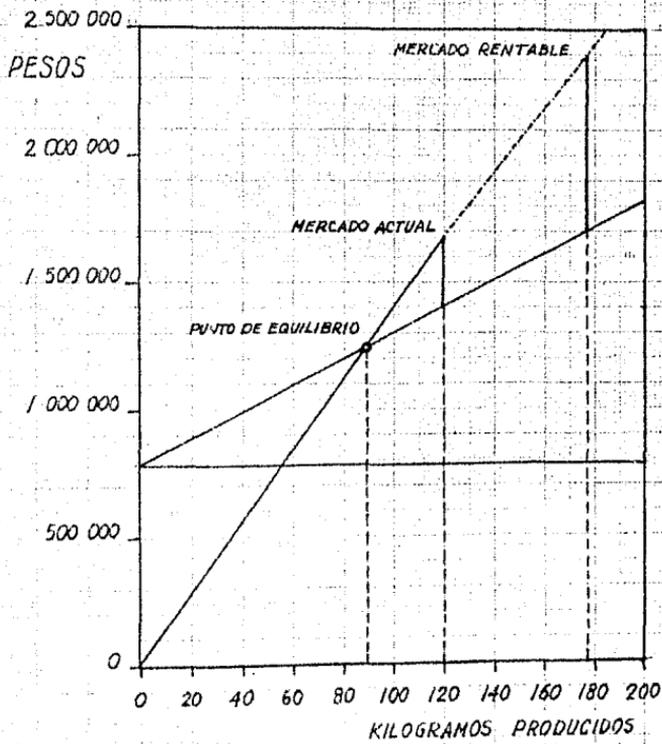
Al vender 120 kilogramos de producto se tiene una ganancia neta de 274 000 pesos, lo cual da una rentabilidad de 10%.

Si 274 000 pesos corresponden a una rentabilidad de 10%, 685 000 darán una rentabilidad de 25%.

Utilizando la gráfica del punto de equilibrio, vemos que se precisa vender 167 kilogramos para tener una ganancia neta de 685 000 pesos.

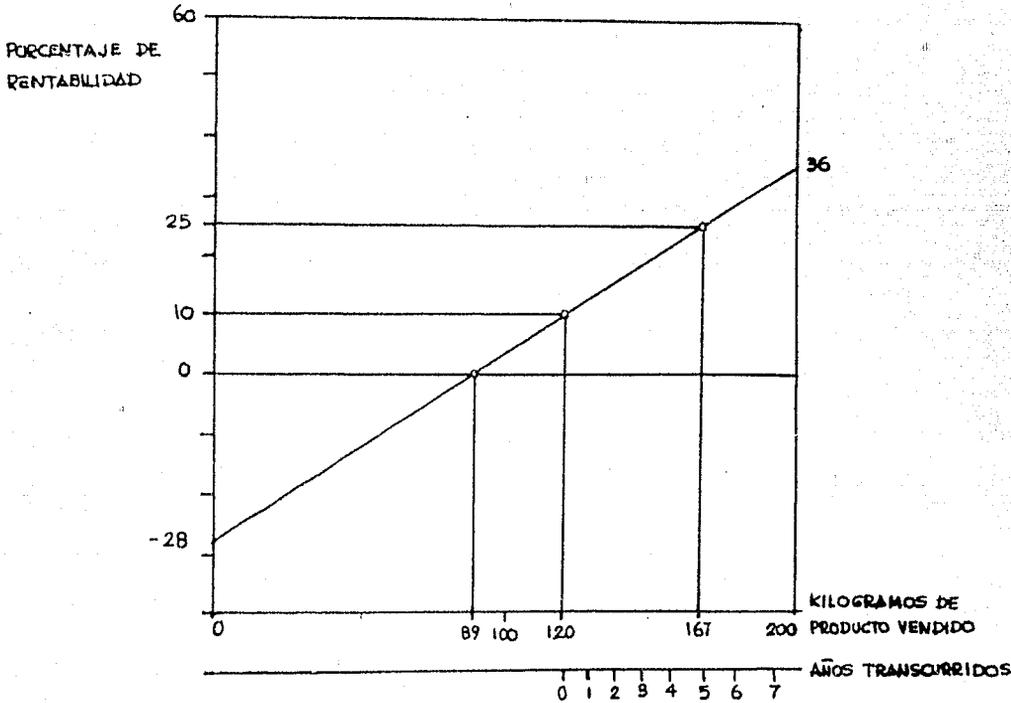
Si consideramos como aceptable una rentabilidad que sea mayor de 25%, necesitamos vender más de 167 kg de ácido giberélico a 14 pesos por gramo para que la empresa tenga una rentabilidad atractiva.





GRAFICA 6. PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL
MERCADO AMPLIADO CON PRODUCTO A
PRECIO INTERNACIONAL.

Asumiendo 120 kg de consumo actual, precio estable y tendencia de crecimiento del 7%, se necesitarían 5 años para alcanzar ese margen de ganancia. A continuación se representa gráficamente la situación expuesta



No se toman en cuenta en la representación gráfica los cambios de precio por aparición de procesos de fabricación más baratos, elasticidad de la demanda, competencia de productos sustitutos, etc.

B. MERCADO AMPLIADO. PRECIO INTERNACIONAL

Producir para el mercado mexicano actual al precio de venta internacional sería incoherente, estaríamos en la zona de ganancias de

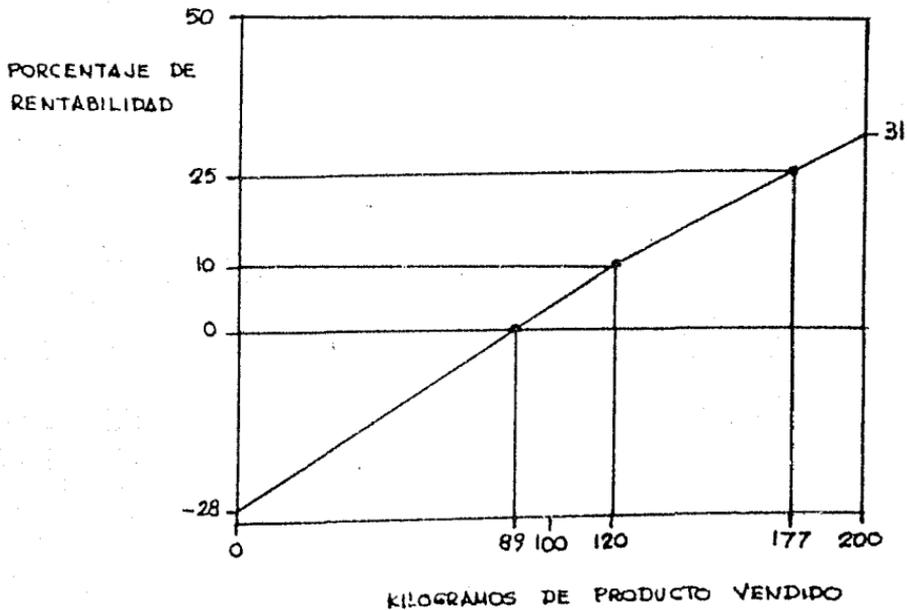
la gráfica pero muy próximos al punto de equilibrio.

Consideramos como precio de venta internacional, el precio del producto en el mercado interno de los Estados Unidos.

Estudiaremos el caso de vender en el mercado interno al precio aceptable de 14 pesos por gramo y de ampliar la producción con ventas al extranjero, vendiendo el producto a 12.50 pesos el gramo.

Se deberían vender al año 177 kilogramos en total para conseguir una ganancia neta de 685 000 pesos y con ello una rentabilidad de 25%.

Esta situación económica se representa a continuación



Al igual que en la representación anterior, suponemos un comportamiento lineal.

10. ANÁLISIS DE LOS ESTADOS FINANCIEROS

A. BALANCE A FIN DE AÑO

- a) $\frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}} = \frac{750\ 000}{84\ 000} = 8.9$
- b) $\frac{\text{Capital Contable}}{\text{Activo Total}} = \frac{1\ 809\ 000}{2\ 293\ 000} = 0.79$
- c) $\frac{\text{Efectivos + Créditos a Clientes}}{\text{Pasivo Circulante}} = \frac{649\ 000}{84\ 000} = 7.7$
- d) $\frac{\text{Activo Fijo}}{\text{Capital Contable}} = \frac{1\ 486\ 000}{1\ 809\ 000} = 0.82$
- e) $\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Inversión Total}} = \frac{566\ 000}{2\ 209\ 000} = 0.30$
- f) $\frac{\text{Inventarios}}{\text{Inversión Total}} = \frac{101\ 000}{2209\ 000} = 0.05$

B. ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DEL PRIMER AÑO

- g) $\frac{\text{Costo de Producción}}{\text{Ventas Netas}} = \frac{809\ 000}{1\ 680\ 000} = 0.48$
- h) $\frac{\text{Ganancia Bruta}}{\text{Ventas Netas}} = \frac{871\ 000}{1\ 680\ 000} = 0.52$
- i) $\frac{\text{Gastos Generales}}{\text{Ventas Netas}} = \frac{597\ 000}{1\ 680\ 000} = 0.35$
- j) $\frac{\text{Ganancia Líquida}}{\text{Ventas Netas}} = \frac{220\ 000}{1\ 680\ 000} = 0.13$

- k) $\frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inversión Total}} = \frac{1\ 680\ 000}{2\ 209\ 000} = 0.76$
- l) $\frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inventarios}} = \frac{1\ 680\ 000}{101\ 000} = 166$
- m) $\frac{\text{Ganancia Líquida}}{\text{Inversión Total}} = \frac{220\ 000}{2\ 209\ 000} = 0.10$
- n) $\frac{\text{Crédito a Clientes}}{\text{Ventas Netas}} = \frac{300\ 000}{1\ 680\ 000} = 0.18 \text{ años}$

C. FLUJO DE EFECTIVO A UN AÑO

- o) $\frac{\text{Efectivo}}{\text{Un mes de gastos}} = \frac{349\ 000}{117\ 000} = 3.0$

11. CONCLUSIONES DEL ANALISIS DE LOS ESTADOS FINANCIEROS.

- a) Los estados nos proporcionan una razón de circulantes bastante grande, (8.9), de lo cual se deduce que lo que se debe a los proveedores está ampliamente respaldado.
- b) Un elevado porcentaje, (79%), de lo que la compañía adeuda, corresponde a los dueños.
- c) La empresa esta suficientemente líquida, dispone de dinero en tal cantidad que podría pagar a sus proveedores una suma 7.7 veces mayor.
- d) El capital social cumplió su finalidad de comprar el activo fijo. El valor de 0.82 es razonablemente próximo a uno.
- e) La relación entre capital de trabajo y la inversión total es del 30%, ligeramente más alta del valor normal de 25%.

f) La relación de inventarios a inversión total es pequeña. Después de observar los inventarios surge la idea que un mes de materia prima y un mes de producto son cantidades que podrían aumentarse. Hay que recordar que la inversión fija es muy grande.

g,h,i,j.) De estas cuatro relaciones se deduce que el porcentaje que tienen los gastos generales respecto a las ventas es razonable, (35%), pero el porcentaje del costo de producción es elevado, (48%); lo que da lugar a que el margen para los gastos generales, impuestos y ganancia se reduzca. El porcentaje de ganancia por venta neta, (13%) es muy baja. El precio del producto debería ser mayor para tener un porcentaje de ganancia más atrayente.

k) No se da vuelta a la inversión. El valor de la relación ventas netas entre inversión total no llega a uno. Es un dato importante para los inversionistas.

l) El valor del índice de rotación de inventarios es bastante alto. Los inventarios se renuevan 166 veces.

m) Es baja la rentabilidad del negocio, (10%), y no está acorde con la esperada para este tipo de industrias, (20% como mínimo).

n) La relación de crédito a clientes entre ventas netas nos proporciona aproximadamente dos meses de atraso para el primer año, lo cual es aceptable.

- o) Se dispone de un efectivo suficiente para pagar tres meses de costos de producción y operación. Es una cantidad mayor de lo usual (un mes de costos).

Nota aclaratoria sobre los términos usados en el análisis de los estados financieros:

Capital Contable = Capital Social + Ganancia.

Capital de trabajo = Activo Circulante - Pasivo Circulante.

Inversión total = Equipo + Propiedades + Transporte + Activo Diferido + Capital de Trabajo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. S. Aiba, A. E. Humphrey, N. F. Millis
Biochemical Engineering
Academic Press, 1965
2. M. Alessio Robles
México y la Cerveza
Asociación Nacional de Fabricantes
de Cerveza. 1968
3. J. C. Alexopoulos
Introductory Mycology
Second Edition
John Wiley and Sons, 1962
4. Amdal Company
Amdal Spraying Guide
Instructivo. 1969
5. American Chemical Society
Chemical Abstracts Service
Washington, D. C., U.S.A.
Período revisado: 1962 - 1969
6. American Chemical Society
Gibberellins
Advances in Chemistry Series, 28
Washington, D. C., U.S.A., 1961
7. F. Amezcua, M. G. Cunillé, A. Luna, J. R. Mijangos
Organización de una empresa productora de malta para cerveza
Trabajo de la clase de Economía Industrial II,
Profesor Ing. E. Rangel, Facultad de Química,
UNAM, 1967
8. J. Arditti, A. Dunn
Experimental Plant Physiology
Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1969
9. Asociación Nacional de Fabricantes de Cerveza
La Cerveza y la Industria Cervecera Mexicana
Folleto. 1965
10. L. J. Audus
Plant Growth Substances. Past, Present and Future
Advancement of Science. 25 (123), 1968

11. O. J. Banasik
Recent Advances in the Biochemistry of Malting
Brewer's Digest 44 (1), 1969
12. S. C. Beesch, F. W. Tanner
Fermentation
Industrial and Engineering Chemistry, 51 (9), 1959
13. N. Blakebrough, Editor
Biochemical and Biological Engineering Science
Volume I
Academic Press Inc. Ltd., 1967
14. A. Borrow et al.
The kinetics of metabolism of Gibberella
fujikuroi in stirred culture
Canadian Journal of Microbiology. 10, 407-44 (1964)
15. A. Borrow, S. Brown, E. G. Jefferys,
R. H. J. Kessel, E. C. Lloyd, P. B. Lloyd,
A. Rothwell, J. C. Swait
The effect of varied temperature on the
kinetics of metabolism of Gibberella fujikuroi
in stirred culture
Canadian Journal of Microbiology. 10, 445-66 (1964)
16. Cámara Nacional de la Industria de la
Cerveza y de la Malta
La Cerveza y Usted
Folleto. 1969
17. H. M. Cathey
Plant Growth Substances
Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology
Second Edition
Wiley - Interscience, 1968
18. Chemical Week
Buyer's Guide Issue. Part II. Chemicals
Mc Graw-Hill Pub. Co.
1968, 1969, 1970
19. J. de Clerck
A. Textbook of Brewing
Chapman and Hall Ltd., 1957
20. E. P. DeGarmo
Engineering Economy
Fourth Edition
Collier - Macmillan Co., 1969

21. P. García Cervantes
Identificación del ácido giberélico por
cromatografía en papel
Tesis Profesional. E.N.C.Q.
UNAM, 1961.
22. A. González del Cueto, R. Calderón
Variación de las características malteras
de cebada de temporal 1968 Apizaco,
Común y Toluca I, cultivadas en diversas
zonas del altiplano.
Trabajo presentado en la 18a. Convención
del MBBA, Distrito de México.
Octubre de 1969
23. T. Holme, B. Zacharias
Gibberellic acid formation in continuous culture
Biotechnology and Bioengineering 7 (3), 1965
24. A. E. Humphrey
Biochemical Engineering Classnotes
University of Pennsylvania, 1968
25. R. Ibarra, F. Monreal, E. Ortega, M. A. Robles
R. Villaseñor
Proyecto de organización de una planta productora
de ácido giberélico en México
Trabajo de la clase de Economía Industrial II,
Profesor Ing. E. Rangel, Facultad de
Química, UNAM, 1967
26. Instituto Mexicano de Investigaciones
Tecnológicas, A. C.
Instructivo para Elaboración de Gráficas. 1968
27. J. Levitt
Introduction to Plant Physiology
The C. V. Mosby Company, 1969
28. N. Mascotti
Microbiología Industrial
Notas de clases
Facultad de Tecnología de Alimentos
Universidad Estadual de Campinas, 1970
29. Merck and Co., Inc. Publisher
The Merck Index
Eight Edition
Rahway, N. J., U.S.A., 1968

30. I. Mibelli Vázquez
Influencia del ácido giberélico en el malteo de la cebada
Tesis Profesional
Universidad Iberoamericana, 1962
31. F. Mlawer Mysynski
Producción microbiológica de ácido fusárico
Tesis Profesional E.N.C.Q. UNAM, 1963
32. H. Padilla Padilla
Estudio de algunos compuestos orgánicos en la producción de ácido giberélico
Tesis Profesional. E.N.C.Q. UNAM, 1961
33. Z. Pérez Saad
Estudio sobre la producción de ácido giberélico por Gibberella fujikuroi
Tesis Profesional. E.N.C.B. IPN, 1963
34. D. Perlman
Fermentation Industry. A C.W. Report
Chemical Week. 101 (25) 1967
35. Pfizer, S. A.
Acido Giberélico Pfizer
Folleto. 1969
36. Plant Protection Limited
Berelex
Folleto. 1961
37. Plant Protection Limited
Gibberellic Acid
Folleto. 1958
38. N. Ramírez de Arellano
Producción de ácido giberélico por una cepa de Fusarium moniliforme
Tesis Profesional. E.N.C.Q. UNAM, 1960
39. E. Rangel Treviño
Ingeniería Industrial I
Notas de clases
Facultad de Química, UNAM, 1966
40. E. Rangel Treviño
Ingeniería Industrial II
Notas de clases
Facultad de Química, UNAM, 1967

41. J. Reyes Torres
Determinación fotofluorométrica de ácido giberélico
Tesis Profesional. E.N.C.Q. UNAM, 1961
42. A. Rhodes, D. L. Fletcher
Principles of Industrial Microbiology
First Edition
Pergamon Press Ltd., 1966
43. E. Rojo y de Regil
Promoción Industrial
Notas de clases
Facultad de Química, UNAM, 1967
44. F. B. Salisbury
Plant Growth Substances
Scientific American, April 1957
45. F. B. Salisbury, C. Cross
Plant Physiology
Second Edition
Wadsworth Pub. Co., Inc., 1969
46. A. Sánchez-Marroquín
Microbial production of gibberellic acid in glucose media
Applied Microbiology. Volume 11, 1963
47. Secretaría de Agricultura y Ganadería
Plan Nacional Agrícola, Ganadero y Forestal. Etapa 1969-70
48. Secretaría de Industria y Comercio
Dirección General de Industrias
Departamento de Fomento
Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias
Publicada en el Diario Oficial de 4 de enero de 1955 y fe de erratas de 3 de febrero del mismo año
49. J. Sepúlveda Ramírez
Influencia del sustrato en la fabricación de ácido giberélico
Tesis Profesional. E.N.C.Q. UNAM, 1961
50. J. Van Overbeek
Plant hormones and regulators
Science. May 1966

51. J. Van Overbeek
The control of plant growth
Scientific American, July 1968
52. M. Loncin
Técnicas de la Ingeniería Alimentaria
Editorial Dossat, S.A., España, 1965

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente la valiosa orientación del Ingeniero José Luis Padilla de Alba, reconocido profesionalista y catedrático distinguido de la Facultad de Química, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Mi gratitud, mi reconocimiento a la capacidad y calidad humana de todos aquellos que contribuyeron a la realización de éste trabajo.

Muy especialmente al Ingeniero Arnulfo Vera, al Ingeniero Manuel Domínguez, a Avelina González del Cueto, a Cristina Vaqueiro, a Fernando Monreal, a Gloria Salazar de Rodríguez.

