
FACULTAD DE QUIMICA

OBTENCION DE BIOMASA Y EL USO COMO AGUA
DE RIEGO, A PARTIR DE LOS EFLUENTES DEL
PROCESO A LA CAL PARA LA FABRICACION DE
PULPA CELULOSICA

201

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Q U I M I C O
P R E S E N T A :

JOSE FRANCISCO GOMEZ SERRANO

MEXICO, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

CLAS: Tesis

ADQ. 1976

FECHA

PROC. MY

204



QUIMICA

PRESIDENTE	ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
VOCAL	MARIO GUEVARA VERA
SECRETARIO	JORGE A. CASTAÑARES ALCALA
1er. SUPLENTE	MA. ELENA BUSTAMANTE CALVILLO
2o. SUPLENTE	MA. G. LEDEZMA DIAZ

Sitio donde se desarrollo el tema:

LABORATORIOS NACIONALES DE FOMENTO INDUSTRIAL

Sustentante:

JOSE FRANCISCO GOMEZ SERRANO

Asesor del Tema:

JORGE A. CASTAÑARES ALCALA

CON ETERNO AGRADECIMIENTO A MIS PADRES:

BARBARA Y FRANCISCO

QUE SON EL MOTIVO DE MI CONSTANTE LUCHA
DE SUPERACION.

A MI HERMANO JULIO

COMO UNA PEQUEÑA MUESTRA A TODOS SUS
ESFUERZOS REALIZADOS.

CON LO MAS NOBLE DE MIS SENTIMIENTOS
PARA ALMA GUADALUPE, PORQUE EN TODO
INSTANTE SUPO LLENARME DE OPTIMISMO.

CON RECONOCIMIENTO SINCERO AL DR. CUAUHEMOC
PEREZ GUTIERREZ Y A LA BIOLOGA ABIGAIL GONZA-
LEZ DE PEREZ POR EL INTERES DEMOSTRADO EN LA
COORDINACION DEL PRESENTE TRABAJO.

CON AGRADECIMIENTO:

AL DIRECTOR DE LOS LABORATORIOS NACIONALES
DE FOMENTO INDUSTRIAL.

QUIM. RAFAEL ROJAS GUTIERREZ

ING. JORGE ALBERTO CASTAÑARES ALCALA
ASESOR DEL TEMA

POR EL INTERES DEMOSTRADO EN LA ELABORACION
DE ESTE TRABAJO.

CON TODO CARIÑO A TODOS MIS
COMPAÑEROS DEL LABORATORIO

OBTENCION DE BIOMASA Y EL USO COMO AGUA
DE RIEGO, A PARTIR DE LOS EFLUENTES DEL
PROCESO A LA CAL PARA LA FABRICACION DE
PULPA CELULOSICA

	PAG.
SINOPSIS	
I.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
II.- GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION PRODUCIDA POR LA INDUSTRIA DE LA PULPA CELULOSICA.	4
III.- PROCESO A LA CAL MODIFICADO	20
IV.- PARTE EXPERIMENTAL	24
1. Obtención de licores negros y su eva- luación.	26
2. Obtención de biomasa en los licores negros y su evaluación.	32
3. Evaluación de los licores modificados	38
V.- RESULTADOS	40
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
VII.- BIBLIOGRAFIA	56

S I N O P S I S

El presente trabajo es parte de un proyecto de investigación para utilizar los efluentes (licores negros) provenientes del proceso a la cal con el doble objetivo de obtener biomasa celular y agua de riego.

Se describen los resultados del análisis químico del licor negro obtenido por el proceso a la cal a partir de la paja de trigo.

Se presenta un estudio de la posibilidad de emplear estos licores como materia prima para la obtención de biomasa y se evalúa el grado de toxicidad antes y después del proceso de fermentación con Chrysosporium sp.

Se presentan las experiencias realizadas en la aplicación de licores en algunas variedades de semillas. Se incluye la evaluación del licor en función del efecto que tiene sobre el proceso de germinación en diversas semillas de interés comercial del poder de germinación.

C A P I T U L O I I

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

Los procesos de fabricación de pulpa celulósica se desarrollaron para el uso de una materia prima: la madera. Lógicamente, los equipos que intervienen en las diferentes operaciones adaptaron sus diseños a dicho material.

Actualmente los países desarrollados han ido perfeccionando sus sistemas en función de los llamados procesos ortodoxos o tradicionales, partiendo del principio de la economía de escala; es decir, estableciendo plantas cada vez de mayor capacidad. Estas plantas contemplan, además de la economía, la solución de dos problemáticas: la recuperación de reactivos y la eliminación de la contaminación provocada por los residuos de los mismos.

Los países en vías de desarrollo se han visto precisados a obtener su pulpa celulósica, mediante el establecimiento de las tecnologías tradicionales, enfrentándose a los siguientes problemas:

- La capacidad de las plantas no puede ser de ninguna manera similar a la que tienen los países desarrollados, por lo cual, no opera en toda su extensión el criterio de la economía de escala.
- Los fabricantes de equipo, para los procesos tradi--

cionales, los producen tomando como base la utilización de maderas.

- Aunque México posee un fuerte potencial de madera, sus bosques son poco accesibles, requieren de serias inversiones en infraestructura y no se pueden establecer fábricas de alta capacidad.

En vista de lo anterior, se ha vuelto el rostro a la posibilidad de diseñar procesos que se aparten de la ortodoxia y que contemplen por una parte, el evitar las fuertes inversiones que requiere una planta de tipo tradicional, de recuperación de reactivos y, por otra, minimizar el peligro de la contaminación. A mayor abundamiento, se debe considerar primordialmente el factor económico.

Conscientes del problema, los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, desarrollaron un proceso a etapa piloto de laboratorio, que reúne las características necesarias para resolver la problemática planteada anteriormente: el proceso a la cal, con la aplicación de alta temperatura.

Uno de los objetivos de este proceso es obtener efluentes que pudieran reincorporarse a las tierras de labor, en diluciones tales que resultara inocuo para los cultivos. Sin embargo, conforme fue evolucionando la investigación, se llegó a la conclusión

de que no solamente era posible utilizar los licores negros como - agua de riego, sino que se encontró la posibilidad de biodegradar la materia orgánica, obteniendo simultáneamente biomasa microbiana.

El presente trabajo constituye un estudio que tiene como objetivos el empleo de los licores negros, como sustrato para la obtención de proteína unicelular, así como la útilización, de los licores modificados por la fermentación, y de los licores sin modificar, en aguas de regadío.

C A P I T U L O I I

GENERALIDADES SOBRE CONTAMINACION PRODUCIDA POR LA INDUSTRIA DE LA PULPA CELULOSICA.

La contaminación ambiental es un problema que se ha incrementado considerablemente en los últimos años como resultado del desarrollo tecnológico, del incremento de la producción industrial y de la cada vez mayor necesidad de utilizar los recursos naturales por el hombre.

La organización mundial de la salud ha creado comisiones y emitido recomendaciones para la protección del medio ambiente ; México ha seguido esta corriente, y así por ejemplo el artículo 40 de la Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental, define los términos contaminante y contaminación como sigue:

"Contaminante: es toda materia o sustancia o sus combinaciones o sus compuestos químicos y biológicos tales como humos, polvos, gases y cenizas, bacterias, residuos y desperdicios y cualquier otro que al incorporarse o adicionarse al aire, agua, o tierra puedan alterar sus características naturales o las del ambiente; así como toda forma de energía, como calor, radio-actividad, ruidos - que al operar sobre o en el aire, agua o tierra alteren su estado normal".

"Contaminación: es la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos, de la nación o de los particulares".

Todos y cada uno de los contaminantes requieren un estudio especial, pero el presente trabajo se enfocó hacia los efluentes producidos en la manufactura de la pulpa celulósica.

Se considera a las industrias de la celulosa y papel entre las que aportan una mayor contaminación al agua, tanto por la capacidad de producción, como la enorme cantidad de agua que se requiere en este tipo de factorías.

De acuerdo con las estadísticas de la Cámara Nacional de la Industria del Papel (C.N.I.P.), en 1974 se produjeron 566 763 toneladas de pasta y 1.25 millones de toneladas de papel de todos tipos. El volumen de efluentes en las fábricas de pulpa varía de 100 a 250 m³ por tonelada. Las fábricas de papel descargan cuando menos 50 m³ por tonelada.

Los contaminantes de los efluentes de las fábricas de pulpa, están compuestos por sólidos en suspensión y materiales disueltos (orgánicos e inorgánicos). Los sólidos en suspensión están --

constituidos por partículas de corteza y astillas; fibras celulósicas de los cuales del 75 al 90% son sedimentables y por esta razón las corrientes receptoras forman depósitos, que al descomponerse incrementan el consumo de oxígeno disuelto en el agua interfiriendo en la propagación de las formas de vida acuática deseables, y además generan malos olores.

La porción de materiales en suspensión que no sedimentan manifiestan su acción contaminante por el color y turbidez que imparten a los efluentes y por la contribución a la formación de espuma.

El problema de los sólidos orgánicos solubles se puede comprender mejor si se tienen en cuenta las consideraciones siguientes:

- Durante la digestión de las materias primas celulósicas, se disuelve hasta el 50% de la carga, dependiendo de la materia prima y del proceso aplicado.
- El uso de procesos de recuperación incompletos, ineficientes, o la carencia de los mismos en algunas plantas de pulpa, ocasionan la eliminación de los desechos hacia los desagües.
- La materia orgánica disuelta está formada principalmente por material fenólico y carbohidratos; ambos materiales consumen oxígeno durante su descomposi-

ción microbiana, aunque la velocidad de degradación de los primeros es considerablemente menor que la velocidad de descomposición de los azúcares.

La presencia de compuestos inorgánicos solubles en los efluentes se considera de importancia únicamente en las plantas de pulpa que no tienen recuperación, como en el caso de la mayoría de las fábricas que emplean como materia prima bagazo de caña - y pajas de diversos cereales.

1.- PROCESO KRAFT

Los problemas de contaminación del aire ocasionados por estas industrias se asocian a la producción por el método Kraft. Durante la digestión se producen compuestos volátiles entre los cuales están el aguarrás, ácido sulfídrico, mercaptanos, bióxido y trióxido de azufre, así - como partículas de reactivos inorgánicos producidos en proceso de recuperación de reactivos.

2.- PROCESOS AL BISULFITO

En la digestión al bisulfito de las maderas de coníferas se ocasiona una hidrólisis ácida; los licores resultantes contienen los lignosulfonatos, también contiene los azúcares, los cuales se derivan de las hemicelulosas, comúnmente hay un predominio de la mannososa y otros carbohidratos que se presentan en orden decreciente de impor--

tancia y son los siguientes: Xilosa, Galactosa, Glucosa y Arabinosa. En el caso de los licores sulfúricos de maderas duras hay un predominio de la Xilosa sobre los otros azúcares habituales, junto con pequeñas cantidades de ramnosa. Existe evidencia de que la presencia de estos azúcares se debe fundamentalmente a hidrólisis - aunque por otra parte algunos azúcares se destruyen en la cocción. Los azúcares que quedan pueden ser fermentados hasta etanol y por métodos especiales de fermentación, convertidos en butanol y acetona.

Una posibilidad más atrayente de utilización, consiste en la producción de levaduras con alto contenido de proteínas, para el desarrollo de las cuales los azúcares sirven como nutrientes.

Se ha demostrado que los azúcares derivados de las he micelulosas causan un desequilibrio de la vida acuática en las corrientes en donde se descargan, presentando un serio problema de contaminación.

En el caso de los licores kraft provenientes de confieras, la mayor parte de las unidades de galactosa y arabinosa, 70% de las mannanas, 50 a 70% de las xilanas, y un 15% de los derivados de la glucosa de la madera original, pasan al licor negro, inicialmente en forma -

de hemicelulosas modificadas. Al principio de la cocción, pueden recuperarse algunas de estas hemicelulosas fragmentadas, aunque mas tarde se degradan y se convierten en las sales de sodio de diferentes ácidos sacarínicos. El llamado ácido **ALFA**-D-isosacarínico, ha sido identificado en el licor negro y es posible que se forme a partir de una degradación de las unidades de mannososa, galactosa, y/o glucosa de la madera.

En licores residuales de una cocción semiquímica al sulfito neutro de alamo se encontró que, al final de una cocción típica, ciertas hemicelulosas degradadas estaban presentes en los licores, aunque ningún monosacárido, o disacárido como la celobiosa, era componente de dichos licores. Unicamente después de que estos licores se sujetaron a hidrólisis aparecieron los monosacáridos usuales, de los cuales casi el 80% eran xilosa; también se hallaron considerables cantidades de ácidos urónicos.

3.- PROCESOS MECANICOS

Con frecuencia, la producción de pasta mecánica ha sido considerada, de manera tácita, como un proceso puramente mecánico sin implicaciones químicas. Lo cual es incorrecto; especialmente en el proceso de molienda en caliente que causa ruptura de algunos de los grupos

acetilo de las hemicelulosas con una notoria disminución del pH de las aguas de desecho. Se sabe que un condensado acuoso formado en la producción comercial de pasta mecánica, contiene todos los azúcares libres anteriormente citados, de acuerdo con la identificación que de ellos se hizo por procedimientos cromatográficos. De modo que en una producción de pasta mecánica, las hemicelulosas están parcialmente hidrolizadas y dan origen a aquellos azúcares que inicialmente estaban presentes como parte de los polisacáridos. Además de éstos, el condensado también produce un grupo de ácidos no volátiles, el origen de los cuales es todavía incierto, aunque algunos de ellos se han relacionado con la lignina.

4.- PROCESOS SEMIQUIMICOS

PROCESO NSSC

En los primeros días de la obtención de pulpas por el proceso NSSC (Proceso Semiquímico al Sulfito Neutro), era económico y permisible descargar el licor gastado de cocción de la fábrica semiquímica, como un efluente sin tratar. Actualmente, la creciente rigidez de las leyes contra la contaminación de las corrientes evita esta práctica, además, las cantidades de reactivos usados en la preparación de pulpas semiquímicas blanqueables, son

altas, y presentan un renglón apreciable en el costo de producción. Por consiguiente, más y más fábricas están cambiando a métodos que permitan recuperar los productos químicos valiosos de los licores semiquímicos gastados.

Aunque en los procesos semiquímicos existe una eliminación mínima de constituyentes de la madera, el licor gastado es un contaminante desde el punto de vista de que consume oxígeno en la corriente de descarga. La medida del consumo de oxígeno o sea la demanda biológica de oxígeno (D.B.O.), varía de 0.0906 a 0.1812 kg por tonelada de pulpa producida, dependiendo del rendimiento de la pulpa (comparativamente, el valor de la D.B.O. del efluento de una fábrica de pulpa kraft con recuperación, es de aproximadamente 0.009kg). El factor de carga del licor semiquímico gastado, se debe en 50% al acetato y formiato de sodio y en 50% a los azúcares de la madera. Una fábrica recupera estos productos acidificando, con ácido sulfúrico, el licor gastado evaporado, para desprender los ácidos acéticos y fórmico y recuperarlos por extracción con solventes, con metil-etil-cetona. Los ácidos mezclados se separan por destilación azeotrópica con bicloruro de etileno. El residuo se vende a las fá

bricas de pulpa kraft como un sustituto del sulfato de sodio. La recuperación de reactivos y de calor en el licor NSSC gastado y la reducción en su carga de contaminación, se practica actualmente en más de la mitad de las fábricas que producen un 60% del tonelaje total de ese tipo de pulpa. En los Estados Unidos, los métodos de recuperación en uso comercial o en etapa de planta piloto son los siguientes:

Recuperación Mixta con licor negro kraft.

- Evaporación, combustión y carbonatación.
- Evaporación, combustión y sulfitación directa.
- Evaporación, combustión y cristalización.
- Oxidación
- Recuperación de ácidos acético y fórmico

LICOR SULFITICO GASTADO

El licor sulfítico gastado que se obtiene como subproducto en la producción de pulpa al sulfito, es una solución acuosa que contiene parte de los reactivos del proceso junto con los componentes de la madera que se disolvieron durante la digestión.

El licor está constituido principalmente por agua; contiene sólidos no volátiles en concentraciones que normalmente varían del 8 al 12%. Estos sólidos corresponden aproximadamente a un 60% de lignin-sulfonatos y a 20%

de pentosas y hexosas, proveniente de la hidrólisis de las hemicelulosas. El material remanente está constituido - por bisulfito de calcio, junto con algunas otras sales inorgánicas, tales como sulfato de calcio y pequeñas cantidades de otras sustancias orgánicas.

Durante muchos años se han realizado esfuerzos dirigidos hacia el desarrollo de métodos económicos para la utilización de las sustancias presentes en estos licores gastados. Un acercamiento a la solución del problema ha sido evaporar el agua para obtener los sólidos en solución concentrada, a modo de poder quemarlos, de preferencia con recuperación de calor y de reactivos del proceso en forma apropiada para reutilizarlos.

5.- PROCESOS QUIMICO-MECANICOS

PROCESO A LA SOSA EN FRIO.

El efluente del proceso a la sosa en frío tiene también un cierto factor de carga de contaminación de aproximadamente 0.045kg por tonelada de pulpa. Esta es una cifra significativa para una fábrica grande, aunque las fábricas actualmente son pequeñas, los operadores opinan que el licor gastado del proceso a la sosa en frío se puede usar en sistemas de recuperación Kraft o en un sistema de recuperación a la sosa, siempre y cuando la fábrica tenga

una capacidad de 200 toneladas diarias o más.

6.- METODOS PARA LA REDUCCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION

Desde que se inició la industria de la celulosa y el papel a fines del siglo pasado los técnicos se percataron del problema que significa desechar cerca de la mitad de los componentes de la materia prima utilizada en la fabricación de pulpa; y desde entonces, se ha realizado una búsqueda constante para encontrar procedimientos para la utilización de la parte no fibrosa de las materias primas, así como para abatir la contaminación causada por los desechos mencionados.

Existen diversas maneras de disponer de los efluentes de la industria de la pulpa celulósica y se mencionan a continuación de una manera muy general.

Se han desarrollado procesos de recuperación de reactivos de los procesos Kraft, a la sosa, sulfito de amonio y NSSC, dentro de los que existe una gran variedad de modificaciones y mejoras, sobre todo en lo que se refiere a la disminución de las emisiones de los quemadores de las calderas de recuperación.

En países de mayor industrialización que México, el aprovechamiento de los desechos constituye una rama industrial tan im

tante como la fabricación de pulpa. Se obtienen subproductos del Tall-oil, aguarrás, compuestos de azufre; y, en forma muy especial se ha desarrollado la industrialización de las ligninas a través de la obtención de vainillina, dispersantes para las industrias del cemento, pinturas, etc.

Recientemente ha sido necesario conseguir una eliminación más eficiente de los agentes contaminantes contenidos en los efluentes, lo que se ha conseguido a través de la construcción de lagunas de sedimentación y de la aplicación de las técnicas modernas de los procesos biológicos, ósmosis inversa, electrolíticos, radioactivos, etc.

Actualmente se están desarrollando en nuestro país, tecnologías tendientes a separar del flujo de contaminación aquellos productos susceptibles de ser recuperados y que pueden encontrar aplicación en otras industrias como dispersantes para moliendas y aditivos que facilitan la perforación de pozos.

Se persigue con esta investigación encontrar productos que con su valor agregado, permitan obtener beneficios que costeen las instalaciones para el tratamiento de efluentes contaminantes, con objeto de entregar al medio, productos no tóxicos; también se están desarrollando procesos de separación de la celulosa empleando reactivos diferentes de los tradicionales, que ofrecen

menos agresividad.

Además de los efluentes producidos en la operación de obtención de la celulosa, esta industria genera otro tipo de materia—
les contaminantes del medio; como son cortezas, serrín, bagacillo,
productos que en la actualidad no se aprovechan por no contarse —
con la tecnología adecuada para substraerlos como contaminantes.

Tratamiento de los licores negros por vía microbiológica.

La investigación académica e industrial ha enfocado su -
atención al uso de microorganismos como fuente de proteínas para
la ingestión directa por humanos y para la formulación de forrajes
en animales.

El material celular obtenido de una fermentación aeróbi-
ca siempre, sometido a operaciones de separación mecánica, lava-
do homogeneización y secado, recibe el nombre de Biomasa "Pro-
teína Unicelular".

El estudio de la proteína unicelular se inició en Alema-
nia donde la obtuvieron a partir de levaduras.

Los grupos microbiológicos que en la actualidad son usa
dos para la producción de proteínas microbianas son: Bacterias ,
Levaduras, Hongos Filamentosos, Hongos Basidiomicetos, Algas,

Protozoarios.

El rápido crecimiento y la conversión de fuentes económicas de nitrógeno y energía en proteínas de alta calidad son considerados como la ventaja más importante que ofrecen los microorganismos.

A continuación se citan los factores para la selección de microorganismos productores de proteínas.

Factores relevantes para la selección de microorganismos como nutrientes.

Patrón de Aminoácidos

Digestibilidad de la proteína

Efectos de otros componentes

a.- Pared celular

b.- Acidos nucleicos

c.- Otros.

Contenido de proteína.

Económico y Tecnológico.

Rendimiento de proteína por unidad de sustrato

Costo de Sustrato

Costo de Materias Primas.

a.- Oxígeno

b.- Minerales

c.- Vitaminas y otros factores.

Costo de esterilización

Costo de recuperación

Tecnológico-alimenticio.

Sabor

Textura

Solubilidad

Color

Posible procesamiento para mejorar las cualidades nutritivas, organolépticas.

El siguiente Diagrama N° 1 muestra el ciclo de los Recursos Naturales empleados en la industria de la celulosa.

RELACION BIOSFERA / PROCESOS INDUSTRIALES

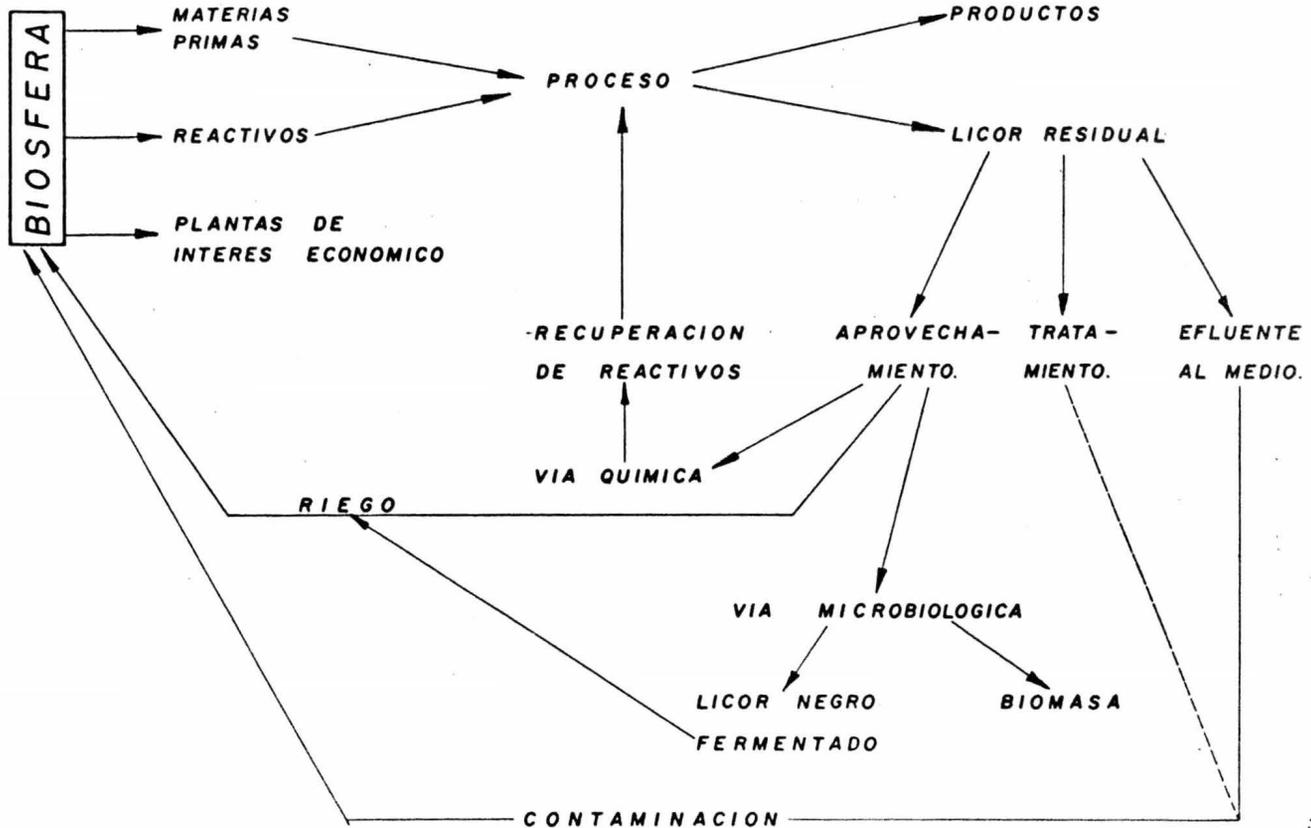


DIAGRAMA Nº 1

C A P I T U L O I I I

PROCESO A LA CAL MODIFICADO.

Se ha apreciado históricamente que se presenta periódicamente un fenómeno en la demanda mundial de pulpa celulósica , por parte de los países que no están totalmente integrados en sus materias primas.

Es sabido que la madera es la materia prima tradicional para la producción masiva de pulpas celulósicas; los procesos actualmente conocidos se desarrollaron en base a dicha materia prima, por lo que respecta a nuestros bosques, estos resultan en su mayoría antieconómicos para ser aprovechados con fines celulósicos, razón por la cual es necesario contemplar materiales celulósicos tales como los residuos agrícolas y plantas de crecimiento rápido.

Existe un material celulósico, muy conocido y que actualmente casi no se procesa en grandes instalaciones para la obtención de pulpa celulósica: la paja de trigo.

Este residuo agrícola se procesa empleando los métodos del sulfato, sosa, monosulfito, aunque en algunos casos se ha utilizado como reactivo la cal, ya sea a nivel de un simple enriado para producir papeles corrugados o llevando a cabo cocciones a baja presión (4 a 5 kg/cm²) en digestores esféricos.

Hasta el presente la producción de pulpa celulósica de paja de trigo ha sido costeable, en términos generales, si se recurre a dos tipos de industrialización.

El primero es acudir a procesos muy sofisticados que requieren una alta especialización en los cuales la mano de obra tiene un valor mínimo. El segundo es el establecimiento de procesos relativamente sencillos, hasta cierto punto primitivos, pero que --precisan de mano de obra abundante.

Analizando el problema (LANFI) llegó a la conclusión de-- que era conveniente modificar los procesos conocidos y concreta---mente el proceso a la cal, tratando de establecer plantas de baja -capacidad pero de alta eficiencia económica evitando las inversiones altas en automatización aunque empleando mayor acopio de mano -de obra, colaborando así a la solución del problema de desempleo.

En un estudio previo (bibliografía # II) para la obten--ción de pulpa a la cal se fijaron los siguientes objetivos:

- Descargar a un pH neutro
- Obtener pulpa de buenas características físico-mecá--nicas.
- Tiempo mínimo de cocción.

El estudio se inició con concentración de hidróxido de -

calcio de 0.6% sobre materia prima, las pulpas resultaron de buena calidad.

En las primeras pruebas las descargas de los digestores - presentaron un pH ácido. Debido al agotamiento rápido del hidróxido de calcio por los ácidos orgánicos presentes de la materia en estudio (paja), de manera que se planteó la necesidad de neutralizar dichos licores negros aumentando la concentración del reactivo pasando por puntos intermedios de 1.2 a 6.0% sobre materia prima - seca a la estufa, con la finalidad de no tener que usar equipos (digestores) especiales.

El planteamiento del segundo y tercer objetivos están de acuerdo al requerimiento de una calidad de pulpa apropiada para el uso de papel que se vaya a fabricar con ella (papel medium y liner).

Empleando como reactivo hidróxido de calcio (solución y suspensiones), se efectuaron digestiones manejando las siguientes variables.

Concentración de reactivo sobre materia prima seca a la estufa (0.6, 1.2-3.0, 6.0%).

Temperatura de cocimiento (170 - 180°C)

Tiempo total de cocción (2.0 y 0.5 horas)

Relación de baño 5 a 1 (constante para todas las digestiones).

Estas experiencias se llevaron a cabo en digestores rotatorios de 1.3 r.p.m. de acero inoxidable; capacidad de 30 l y calentamiento con vapor indirecto (enchaquetado).

El estudio en cuestión fué positivo y se llegó a la conclusión de que empleando 6.0% de cal/MPSE se lograba producir pulpas de buenas características para la fabricación de papeles corrugados.

C A P I T U L O I V

PARTE EXPERIMENTAL.

Ya se mencionaron en el CAPITULO I los objetivos del presente trabajo. En el diagrama # 2 se puede apreciar la metodología general del trabajo realizado.

Como se puede observar se llevó a cabo, en primer lugar un proceso de obtención de pulpa celulósica a la cal. En el cual se obtuvieron pulpa y licor negro; este licor negro se sometió a una evaluación para definir sus posibilidades como agua de riego.

El licor anterior sirvió también como base de medio de cultivo en un proceso de fermentación, basándose en la hipótesis de que los microorganismos podían modificar a dichos licores, en forma favorable para su utilización como agua de riego, cuando menos disminuyendo su D. B. O.

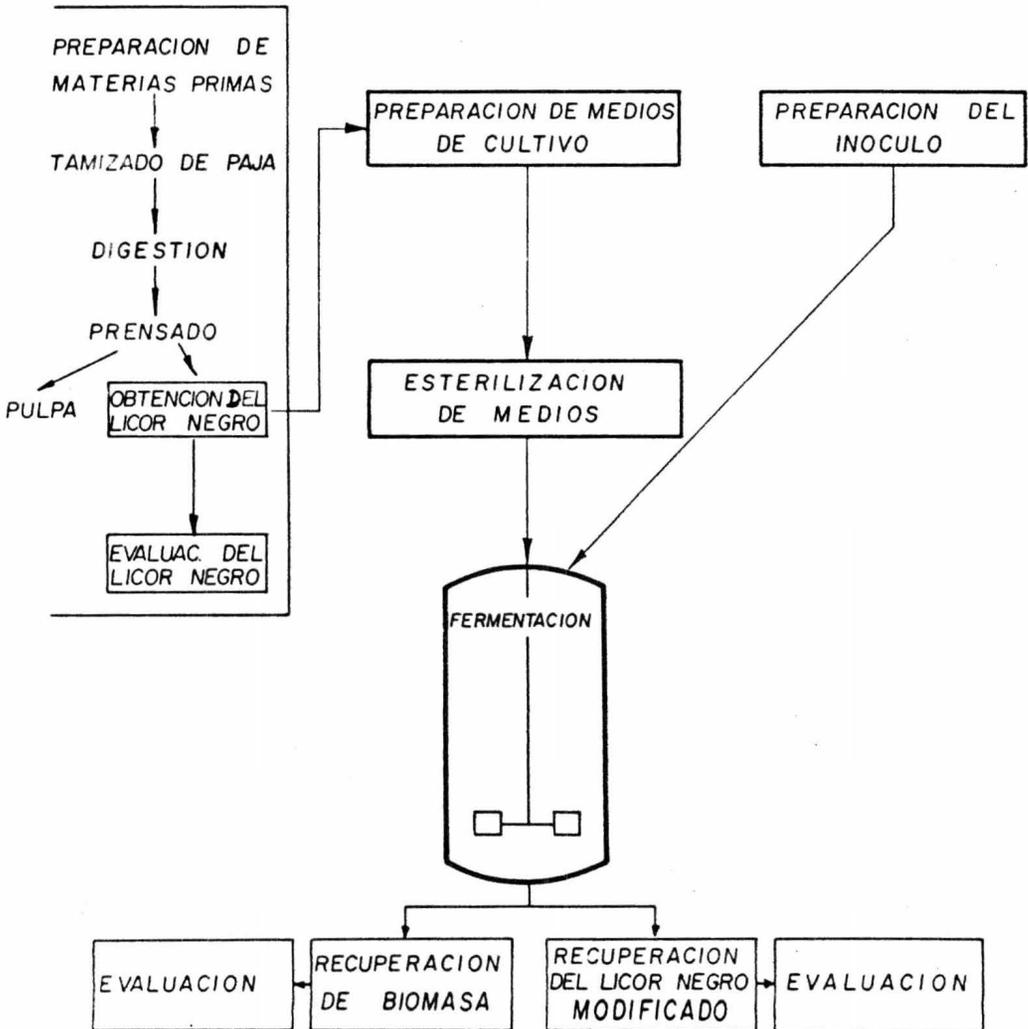
La terminal de la secuencia del diagrama, en este punto, fué la evaluación del licor negro modificado, como agua de riego.

El último ramal de la secuencia lo constituye la obtención de biomasa y su evaluación desde el punto de vista de su utilización como complemento alimenticio en forrajes.

DIAGRAMA 2

METODOLOGIA

25.



.- OBTENCION DE LICORES NEGROS Y SU EVALUACION

MATERIALES

- Paja de trigo.- El material de estudio procede de la región del Bajío, concretamente del estado de Guanajuato, se utilizó éste tipo de material en vista de que en esta zona incide la mayor producción de paja de trigo.
- Lechada de cal.- En concentración de 50 a 70 g/l.
- Vapor.- Suministrado por un generador a 12 kg/cm².
- Semillas.- Fueron proporcionadas por la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) de la S.A.G.

Trigo Torín	Trigo Bajío
Trigo Azteca	Trigo Cocorit
Trigo Potam	Trigo Yecora
Trigo Cajene	Trigo Zaragoza
Trigo Vicam	Trigo Tritical
Trigo Jaral	Trigo Siete Cerros
Frijol Negro 150	Alfalfa Valenciana

- Bolsas de polietileno, tiras de algodón y servilletas higiénicas.
- Probetas, vasos de precipitado, matraces erlenmeyer y aforados, pipetas, buretas, etc.
- Acido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido acético, sosa, acetona, alcohol, benceno, cloro gas, etanolamina, agua oxigenada, yoduro mercúrico, orcinol, ácido molíbdico, sulfato ferroso amonico, fósforo (P₂O₅),

antrona, glucosa, yoduro potásico, sulfato de amonio, sulfato cúprico pentahidratado, tartrato de sodio y potasio (sal de Rochelle), fosfato potásico monobásico.

- Licor residual del tratamiento de bagazo de caña con monosulfito de amonio.
- Como el primer objetivo de esta parte de la experimentación fué el de obtener licorés negros a la cal - empleando alta temperatura, se utilizaron las condiciones de proceso empleadas por E. Rentería L. (bibliografía # II) que fueron las siguientes:

M.P.S.E. (materia prima seca a la estufa) = 800 g
 Reactivo 6.0% sobre M.P.S.E.

Tiempo Uno = 15 min subir de 20 a 180°C

Tiempo Dos = 15 min permanecer en 180°C

Relación de baño 5:1

pH inicial = 12

pH de descarga = 6

Sólidos en licor negro = 5.24 %.

EQUIPO

- Equipo para almacenamiento de materia prima y productos semielaborados.

Area de almacenamiento

Sistema de refrigeración

Cuarto frío
 Refrigerador.

- Equipo de preparación de materias primas

Tamizador manual de maya # 4

Molino desfibrador Koerner.

Estufa de calentamiento.

- Equipo de operación

Autoclave estacionaria horizontal
 Agitadora de matraces
 Unidad semipiloto de celulosa y papel
 Digestores rotatorios de 1.3 r.p.m.
 Capacidad de 30 l
 Sistema de calentamiento directo e indirecto de acero inoxidable.
 Prensa hidráulica de 20 ton/m²
 Mecheros Bunsen
 Garrafón de 18 l (fermentador).
 Agitador de helice
 Botellas de Roux

- Equipo de control

Homogenizador
 Centrífuga
 Balanza analítica
 Sistema de vacío
 Potenciómetro
 Espectrofotómetro
 Mufla
 Baño maría

- Equipo de recuperación

Super centrífuga Sharples.

METODOS

El licor negro se analizó empleando los siguientes métodos:

- Método de Fehling para la determinación de azúcares reductores totales.
- Determinación de nitrógeno por los métodos Kjeldahl y Nessler.
- El fósforo se determinó colorimétricamente (bibliografía # 3).

- Ligninas (material fenólico) por el método de A. --- González, C. Moreno, C. Pérez (bibliografía # 14). Que se expone a continuación.

Separación del material fenólico: en una serie de 8 tubos de centrifuga de 15 ml, se colocaron 10 ml del licor residual del tratamiento del bagazo de caña con monosulfito de amonio.

A cada uno, en seguida se les añadió 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, se mezcló perfectamente y se centrifugaron en una centrifuga clínica a 3500 r.p.m. durante 30 min; después de lo cual se decantó el sobrenadante y el residuo se lavó 3 veces con ácido sulfúrico al 10%, separándose por centrifugación cada vez; por último se lavó 4 veces con acetona y el residuo se seco al vacío y temperatura ambiente hasta tener peso constante.

Preparación de la solución tipo: se pesaron 0.23247 g del material fenólico y se suspendieron en 40 ml de agua destilada, en seguida se añadió una solución de amoníaco al 20% hasta obtener un pH de 10, se aforó la solución a 50 ml y se agitó hasta disolución total, siendo esta la solución estándar. Para la lectura se emplearon diluciones de 1:100 a 1:500.

Determinación de los espectros de absorción: a las

diluciones efectuadas de la solución estándar se les determinó en la región de 270 nm a 281 nm, en un espectrofotómetro Zeiss modelo PMQ₃. Con los datos obtenidos se calculó el $E_{1\%}^{1\text{ cm}}$. Del material fenólico en los licores residuales su absorción se hizo a 276 nm y en base al $E_{1\%}^{1\text{ cm}}$ obtenido anteriormente.

- Pruebas de germinación.- Se llevaron a cabo en el licor negro empleando diferentes variedades de semillas.

Se cortaron bolsas de polietileno de aproximadamente 30 cm de largo por 6.0 cm de ancho, dentro de las bolsas se colocaron tiras de algodón o servilletas de papel empapadas con licor negro con diferente contenido de sólidos (5.24, 2.0, 1.0, 0.5% de sólidos) empleando agua potable para el testigo. Las tiras de algodón o servilletas se hicieron de 28 cm de largo por 5 cm de ancho.

Las diferentes variedades de semillas se colocaron en las bolsas de polietileno, el número de semillas colocadas en las bolsas fué de 30 a 40 por bolsa.

Para cada una de las variedades de semilla se emplearon 5 bolsas para cada concentración.

Las bolsas se tuvieron a temperatura ambiente (18-

23°C), el conteo se realizó de la siguiente manera :
 cada 3 días se cuentan las semillas germinadas, hasta los 9 días. Se hacen porcentajes de germinación y se comparan con el testigo.

- Análisis químico de la materia prima (paja). Estos estudios se llevaron a cabo de acuerdo a los métodos TAPPI.

Acondicionamiento de la paja de trigo.- Las pacas de paja de trigo se acomodaron en forma de estibas con el objeto de proteger a la paja. Posteriormente está se tamiza manualmente en una tela de malla # 4, con el fin de eliminar el polvo e impurezas similares (por ejemplo cascarillas y ollejos).

Para el análisis químico la paja de trigo se cortó manualmente con el objeto de obtener partículas de tamaño más o menos definido que facilitará la alimentación casi continua de un molino Koerner. Se llevaron a cabo las siguientes determinaciones:

Solubilidad a la sosa al 1 %
 Determinación de cenizas
 Solubilidad en alcohol-benceno
 Determinación de pentosanas
 Determinación de ligninas
 Determinación de solubilidad en agua caliente
 Determinación de holocelulosa
 Determinación de celulosa Cross y Bevan
 Determinación en alcohol.

2.- OBTENCION DE BIOMASA EN LOS LICORES NEGROS Y SU EVALUACION

El licor negro obtenido según el procedimiento señalado en el apartado IV.-1, constituye la materia prima para las siguientes experimentaciones. Para ser congruentes con la secuencia del diagrama #2 se expondrán los procedimientos seguidos para la obtención de la biomasa, en primer lugar y en el subcapítulo IV.-3 se expondrá la experimentación realizada con los licores negros modificados.

MATERIALES

- Licor negro proveniente de la digestión del proceso a la cal (A.T.).
- Microorganismos.- CHRYSOSPORIUM SP aislado - del suelo por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI).
Levaduras.- SACHAROMYCES y RHODOTORULA.
- Medios de cultivo.- Agar y licor negro, medio Y.
P. G.

EQUIPO

- Los implementos utilizados fueron el equipo de operación, equipo de control, equipo de recuperación .

Todos estos se mencionan en el aparato IV.- I. .

METODOS

- Mantenimiento y conservación de los cultivos "STOCK".

El cultivo STOCK juega un papel muy importante, en la conservación de la calidad del producto a través de diferentes fermentaciones por lo que debe de poseer - uniformidad genética desde el momento de la selección de la cepa hasta la recuperación de la misma.

Los cultivos se conservaron por resiembras periódicas en tubos de cultivo y botellas de Roux; la resiembra se realizó en una área aséptica, la incubación se realizó a temperatura ambiente.

- Esterilización de medios de cultivo.

Los matraces fueron esterilizados en autoclave a una presión de 6.81 kg/cm^2 durante 20 min. El fermentador se esterilizó en una autoclave estacionaria durante 30 min.

Preparación del inóculo.

Se procedió de acuerdo a los criterios generales.

El inóculo debe estar puro

El cultivo debe mantener su capacidad esencial para producir un desarrollo satisfactorio.

Para la inoculación a nivel de matraces, y fermentador se trabajó con mecheros para mantener una área

aséptica.

- Aislamiento de microorganismos (CHRYSOSPORIUM SP.).

En 5 cajas de petri se colocaron 30 ml de licor negro en cada una, y 10 g de tierra, y se dejaron incubar a temperatura ambiente (18-23°C). Una vez propagados los microorganismos en la caja de petri, se separo el líquido de la tierra, del líquido se tomo un ml y se hicieron las diluciones que se muestran en el diagrama 3.

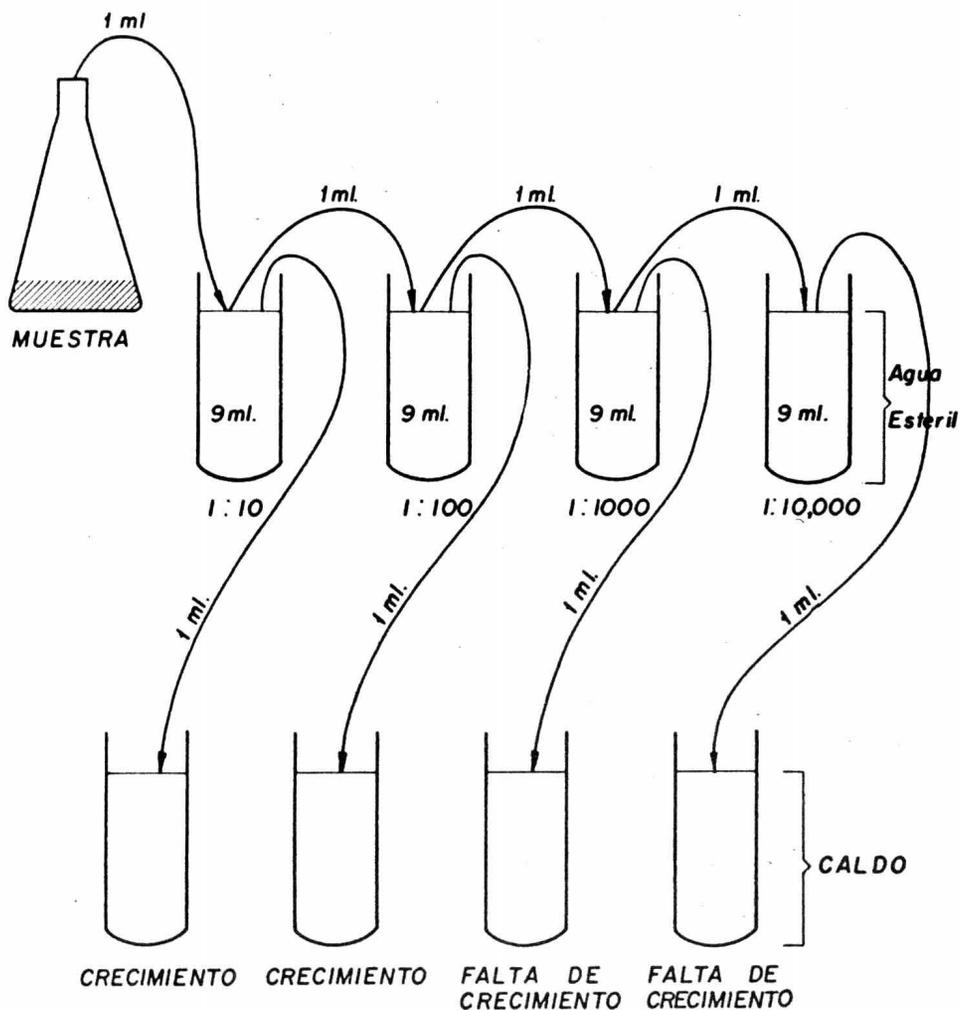
Con estas diluciones se inocularon cajas de petri preparadas previamente con licor negro y agar. Se dejaron incubar a la temperatura ambiente (18-23°C), las colonias que crecieron puras se pasaron a matraces de 50 ml con 20 ml de licor negro al 5% de sólidos, y sometidos a agitación.

Después de determinado tiempo de propagación de las colonias, se escogió el organismo que creció mejor en el licor negro. Este organismo se sembró en matraces de 250 ml con 100 ml de licor negro al 5% de sólidos, una vez establecida cual de las cepas probadas era la que se adaptaba mejor al licor negro ;

trabajó únicamente con ésta; manteniéndose un cul

DIAGRAMA N° 3

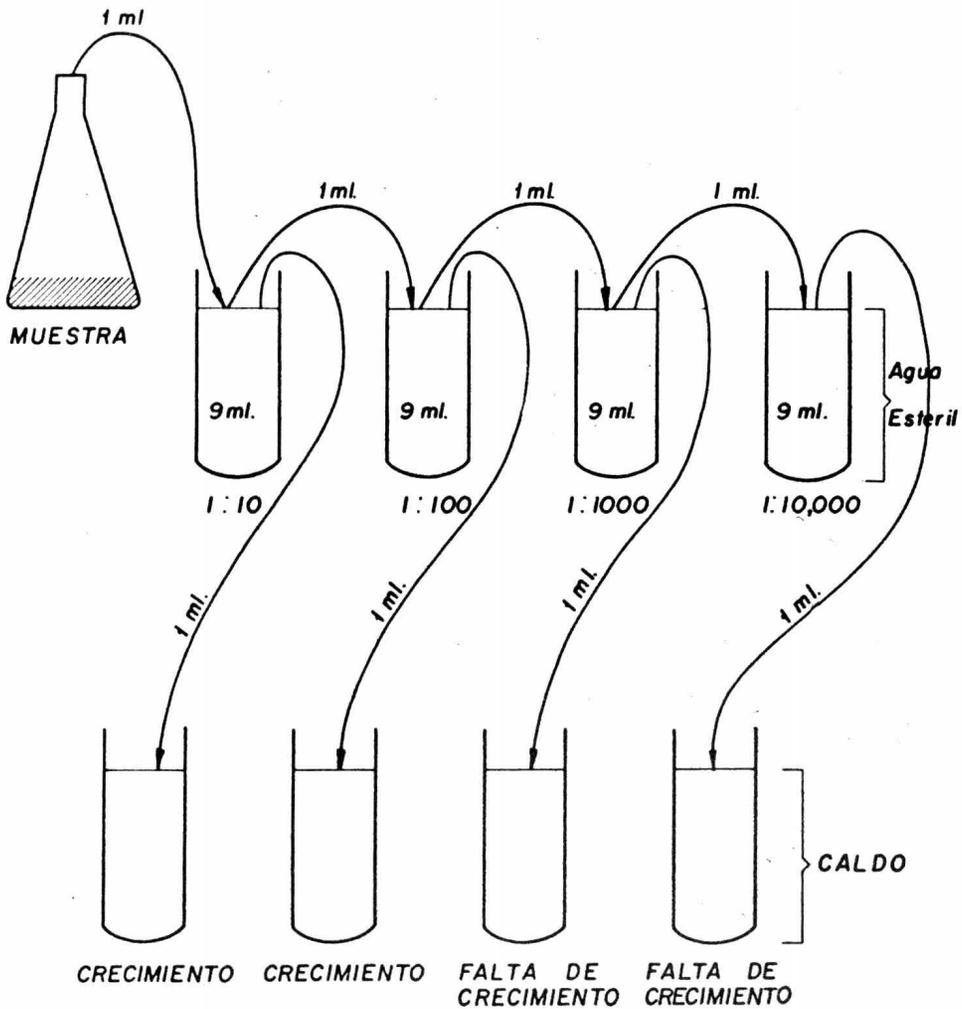
35.



METODO DE DILUCIONES

DIAGRAMA N° 3

35.



METODO DE DILUCIONES

tivo de la misma para su utilización en los experimentos. El microorganismo aislado por este método fué identificado en los Laboratorios de Micología de la UNAM por el Dr. MIGUEL ULLOA SOSA como CHRYSPORIUM SP.

- Experimento a nivel de matraces.

Las botellas de Roux conteniendo el licor negro se inocularon con CHRYSPORIUM SP. Después de cierto tiempo en el cual el microorganismo crece sobre la superficie del licor negro, se saca el hongo con una asa de cultivo y se coloca en un homogenizador Sorval con 300 ml de agua estéril. Esta suspensión fué colocada en matraces erlenmeyer de 500 ml. Los matraces contenían 200 ml de licor negro con un 5% de sólidos aproximadamente.

- Condiciones empleadas en matraces.

Los cultivos se hicieron en matraces erlenmeyer de 500 ml que se colocaron en una agitadora rotatoria New Brunswick bajo las siguientes condiciones.

VARIABLES	HONGO	LEVADURA
pH _i	6.0	6.0
T	18-23°C	18-23°C
r.p.m.	400	400
aereación	natural	natural
inoculo	2.5 %	3.3 %

- Condiciones usadas en el fermentador.

El equipo utilizado fué un garrafón de 20 l de capacidad, la agitación se llevó a cabo por medio de un agitador de helice Lightin Mixer.

Las condiciones de trabajo en cada caso fueron equivalentes a la de los matraces, y el volumen de operación fué de 6 l.

- Control de la fermentación.

Debe recordarse que cualquier parámetro que pueda ser medido continuamente debe ser usado para observar y controlar el curso de la fermentación.

pH.- Existe una relación entre éste y la velocidad de crecimiento o formación del producto y que puede disminuir o aumentar según el curso de la fermentación. En este caso el pH aumentó de 6.0 a 8.2.

Sólidos.- Este parámetro se relacionó con el crecimiento, reflejándose la disminución de los mismos en el incremento de crecimiento.

Azúcares.- La velocidad de disminución de los azúcares fué relacionado con el aumento de la población microbiana.

Oxígeno.- Ambos cultivos demostraron ser aerobios.

Control de la espuma.- En este cultivo no hubo necesidad de agregar ningún antiespumante.

Crecimiento.- Este parámetro es uno de los más importantes, aquí se optó por el de peso seco. Tanto para el cultivo del hongo como para el de las levaduras.

Separación de la biomasa.- La última etapa del -- proceso fermentativo aerobio es la separación del producto (en este caso las células). En las industrias fermentativas se utilizan 3 procesos de recuperación mecánica, para la realización de este trabajo se utilizaron los 2 últimos.

Evaporación

Filtración

Centrifugación.

- El contenido de aminoácidos de la biomasa se determinó mediante un analizador de aminoácidos HITACHI.

3.- EVALUACION DE LOS LICORES MODIFICADOS.

El licor proveniente de la fermentación, después de separar la biomasa microbiana por centrifugación constituye el material que se sujetará a su evaluación, tanto desde el punto de vista químico como en función de su poder germinativo.

MATERIALES

- Se emplearon los mismos que los utilizados en el apartado IV.-I.

EQUIPO

- Se emplearon los mismos que los usados en el apartado IV.-I.

METODOS

- Se emplearon los mismos que los utilizados en el apartado IV.-I.

C A P I T U L O V

R E S U L T A D O S .

En el presente capítulo se incluyen los resultados de la experimentación, en el orden que se expusieron en el apartado - IV.

CUADRO N° 1

ANALISIS DE LA PAJA DE TRIGO

	Porcentaje
Cenizas Integrales	11.29
Solubilidad en Alcohol-Benceno (6 horas)	4.16
Pentosanas	31.38
Solubilidad en Agua de cenizas integrales	3.91
Cenizas Integrales corregidas	7.38
L i g n i n a	17.60
Cenizas de Lignina	3.43
Lignina corregida por cenizas.	14.17
Solubilidad en Alcohol-Benceno (4 horas)	3.51
Solubilidad en Agua Caliente	14.75
Determinación de Holocelulosa	53.45
Celulosa Cross y Bevan	54.9
Cenizas de Cross y Bevan	1.23
Cross y Bevan Corregido	53.67

CUADRO N° 2

ANALISIS DE LOS SOLIDOS EN EL LICOR NEGRO

COMPONENTES	CONCENTRACION EN %
Azúcares	17.5 - 19.0
Nitrógeno (NH ₃)	1.17 - 1.64
Cenizas (CaO)	31.4 - 32.0
Grasas	1.2 - 1.5
Material Fenólico	40.0 - 41.0
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.06 - 0.08

CUADRO N° 3

GÉRMINACION DE LAS SEMILLAS TRATADAS
CON LICOR NEGRO CON DIFERENTES
CONTENIDOS DE SÓLIDOS

Semilla	N° de semillas	% de germinación	Concentración de sólidos
Frijol	72	23.6	0.00 (testigo)
Frijol	96	0.00	5.50
Frijol	61	0.00	2.75
Frijol	62	0.00	0.55
Alfalfa	198	66.66	0.00 (testigo)
Alfalfa	181	0.00	5.50
Alfalfa	188	0.00	2.75
Alfalfa	189	63.5	0.55
Trigo Potam	64	100.0	0.00 (testigo)
Trigo Potam	54	0.00	5.55
Trigo Potam	57	87.00	2.75
Trigo Potam	59	98.00	0.55
Trigo Torim	134	100.00	0.00 (testigo)
Trigo Torim	92	0.00	5.50
Trigo Torim	94	82.9	2.75
Trigo Torim	94	98.9	0.55
Trigo Azteca	147	94.50	0.00 (testigo)
Trigo Azteca	89	0.00	5.50
Trigo Azteca	92	88.00	2.75
Trigo Azteca	93	91.00	0.55
Trigo Cajene	118	100.00	0.00 (testigo)
Trigo Cajene	108	0.00	5.50
Trigo Cajene	98	78.5	2.75
Trigo Cajene	104	97.1	0.55
Trigo Zaragoza	100	98.0	0.00 (testigo)
Trigo Zaragoza	109	0.00	5.24
Trigo Zaragoza	106	58.41	1.0
Trigo Zaragoza	101	91.50	0.5

Semilla	N° de semillas	% de germinación	Concentración de sólidos
Trigo Jori	103	91.26	0.00 (testigo)
Trigo Jori	96	18.81	5.24
Trigo Jori	101	34.37	2.36
Trigo Jori	101	83.16	0.1
Trigo Triticale	96	82.29	0.00 (testigo)
Trigo Triticale	107	0.0	5.24
Trigo Triticale	101	0.0	0.5
Trigo Triticale	102	22.77	0.1
Trigo Vicam	98	91.83	0.00 (testigo)
Trigo Vicam	100	0.0	5.24
Trigo Vicam	101	12.87	0.5
Trigo Vicam	102	91.17	0.1
Trigo Bajfo	117	67.52	0.00 (testigo)
Trigo Bajfo	117	0.0	5.24
Trigo Bajfo	120	50.0	2.36
Trigo Bajfo	118	94.06	0.1
Trigo Jaral	102	97.05	0.00 (testigo)
Trigo Jaral	102	0.0	5.24
Trigo Jaral	102	64.70	0.5
Trigo Inia	91	93.40	0.00 (testigo)
Trigo Inia	87	0.0	5.24
Trigo Inia	92	44.56	0.5
Siete Cerros	102	92.15	0.00 (testigo)
Siete Cerros	94	46.46	5.24
Siete Cerros	99	80.85	0.5
Trigo Cocorit	100	85.0	0.00 (testigo)
Trigo Cocorit	106	0.0	5.24
Trigo Cocorit	122	27.5	2.36
Trigo Yecora	99	96.97	0.00 (testigo)
Trigo Yecora	96	0.0	5.24
Trigo Yecora	102	44.12	2.36
Trigo Yecora	100	93.00	0.5

Entre los procesos estudiados en LANFI existe el proceso al monosulfito de amonio. Se creyó conveniente comparar la biomasa obtenida con los licores de este proceso, ya que ambos sistemas persiguen el mismo fin de biodegradar los licores negros. Los resultados se consignan en seguida.

CUADRO N° 4
AMINOACIDOS EN BIOMASA

Constituyente	Hongo crecido en L.N.M.S.A. (+)	Hongo crecido en L. N. C. (++)
Humedad g/100 g	7.80	4.80
Cenizas g/100 g	1.05	20.0
Estrato etéreo g/100 g	2.07	1.72
Proteínas (x6.25) g/100 g	35.25	16.33
Lisina mg/100 g	3260	1534
Histidina mg/100 g	2265	112
Arginina mg/100 g	2575	789
Acido Aspártico mg/100 g	3680	1818
Treonina mg/100 g	1930	789
Serina mg/100 g	1445	578
Ac. Glutámico mg/100 g	2940	1620
Prolina mg/100 g	1570	651
Glicina mg/100 g	1505	719
Alanina mg/100 g	1950	949
Cistina mg/100 g	1185	356
Valina mg/100 g	3975	1707
Metionina mg/100 g	2260	905
Isoleucina mg/100 g	1950	1012
Leucina mg/100 g	985	364
Tirosina mg/100 g	1835	784
Fenilalanina mg/100 g	2405	1637
Triptófano mg/100 g	- -	- -

El triptófano no se detectó debido probablemente a que el secado a que se sometió la muestra lo destruyó.

(+) L.N.M.S.A. Licor Negro al Monosulfito de Amonio

(++) L. N. C. Licor Negro a la Cal.

CUADRO N° 5

En este Cuadro se reporta la composición de algunas proteínas con alto contenido de aminoácidos.

Constituyente	Proteína de Maíz (Zeína)	Proteína de Leche (Beta-Lactoglobulina).
Alanina	10.5	7.1
Arginina	1.7	2.9
Ac. Aspártico g/100 g	4.6	11.5
Cisteína	0.0	1.1
Ac. Glutámico	26.0	19.1
Histidina g/100 g	1.3	1.6
Isoleucina g/100 g	6.9	5.9
Leucina g/100 g	15.4	15.5
Lisina g/100 g	0.0	12.6
Metionina g/100 g	1.5	3.2
Fenilalanina g/100g	7.0	3.8
Prolina g/100 g	10.0	5.1
Serina g/100 g	7.0	4.0
Treonina g/100 g	3.4	4.9
Triptófano g/100 g	0.1	1.9
Tirosina g/100 g	12.0	3.6
Valina g/100 g	3.3	5.6

CUADRO N° 6

En este Cuadro se muestra la cantidad de proteínas de diversas - procedencias que, como única fuente de proteína de la dieta permi tirá mantener el èquilibrio de nitrógeno en hombres adultos bajo condiciones normales.

REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS DE
ADULTOS JOVENES

AMINOACIDO	CANTIDAD MG / KG
Arginina	0.0
Histidina	0.0
Triptófano	7.0
Fenilalanina	31.0
Lisina	23.0
Treonina	14.0
Valina	23.0
Metionina	31.0
Leucina	31.0
Isoleucina	20.0

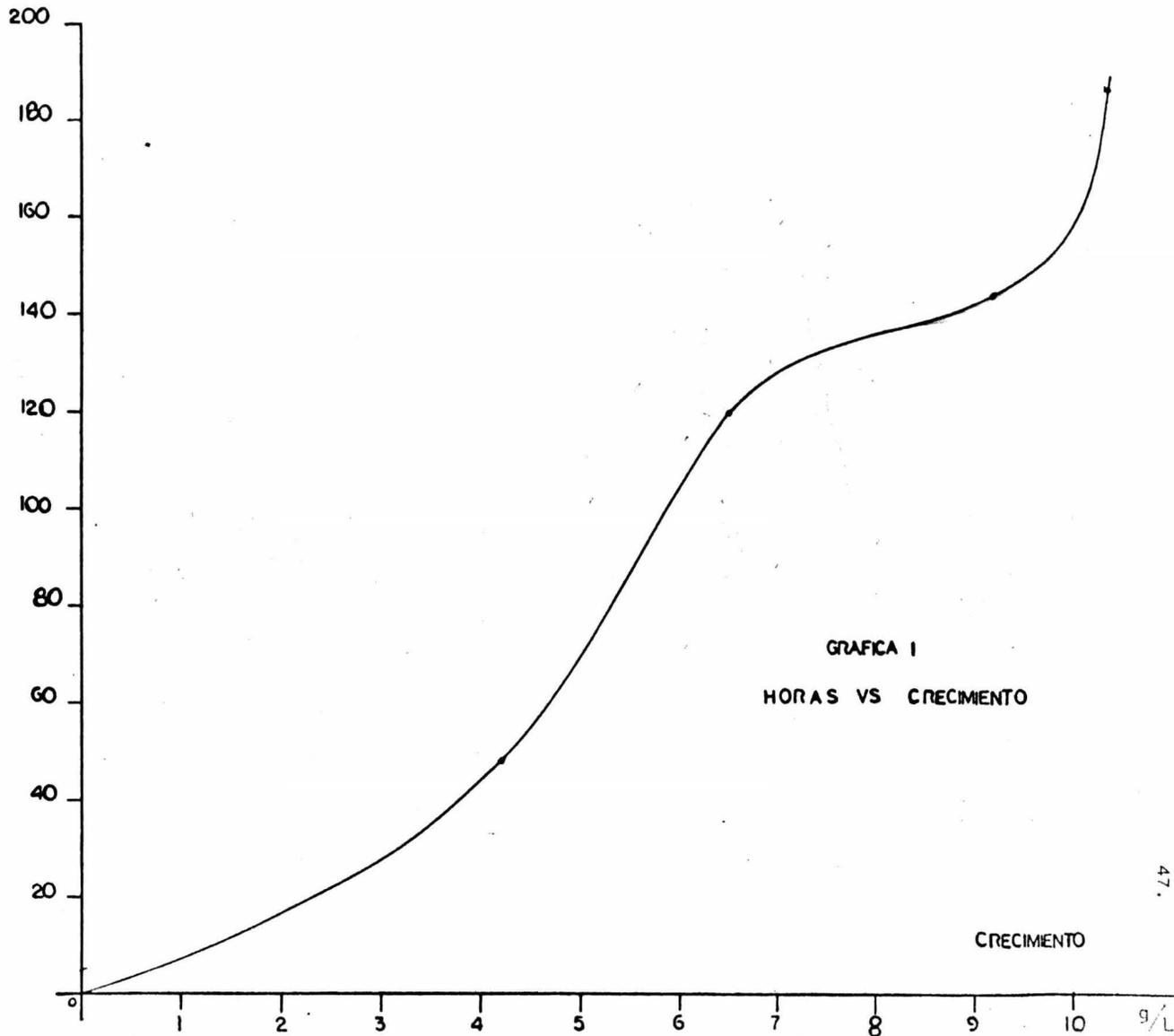
En la Gráfica I se presentan los resultados obtenidos al desarrollar el CHRYSO-SPORIUM SP. En el licor negro, en función del tiempo de fermentación.

En la Gráfica II se presenta la velocidad de agotamiento de los azúcares en licor negro en función del crecimiento del microorganismo.

En la Gráfica III se presenta el agotamiento de los sólidos totales en el licor negro en función del tiempo de fermentación.

El licor residual se trató de usar como medio de cultivo, empleando SACHAROMYCES, RHODOTORULA y CHYSOSPORIUM SP. con los dos primeros los resultados fueron muy pobres, ya que solo hubo un crecimiento muy ligero, sin embargo con el último se obtuvo un desarrollo abundante con un rendimiento de 9-10 g de peso seco/1 de medio de cultivo.

HORAS



GRAFICA I
HORAS VS CRECIMIENTO

% AZUCARES
REDUCTORES

20

15

10

5

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

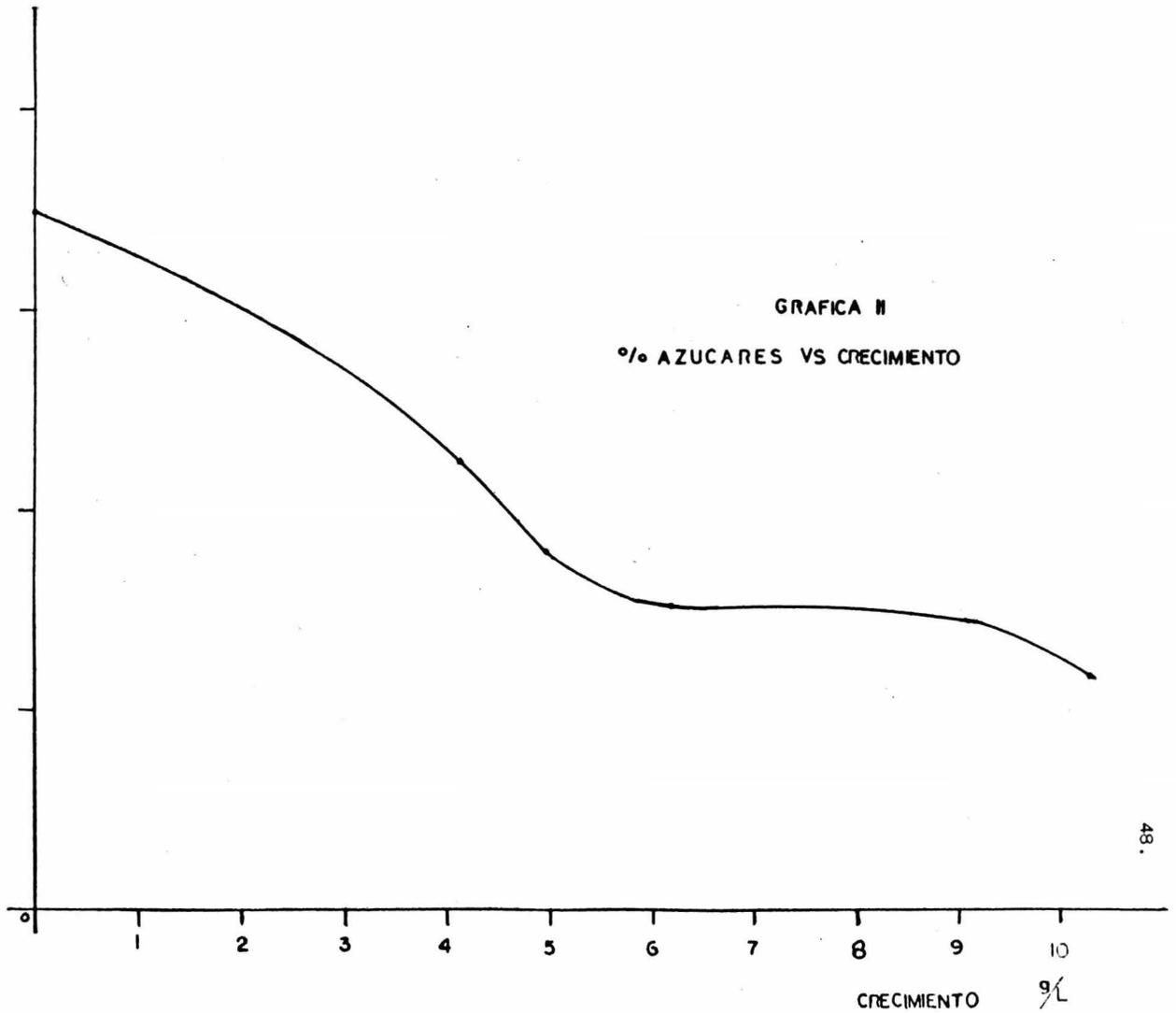
10

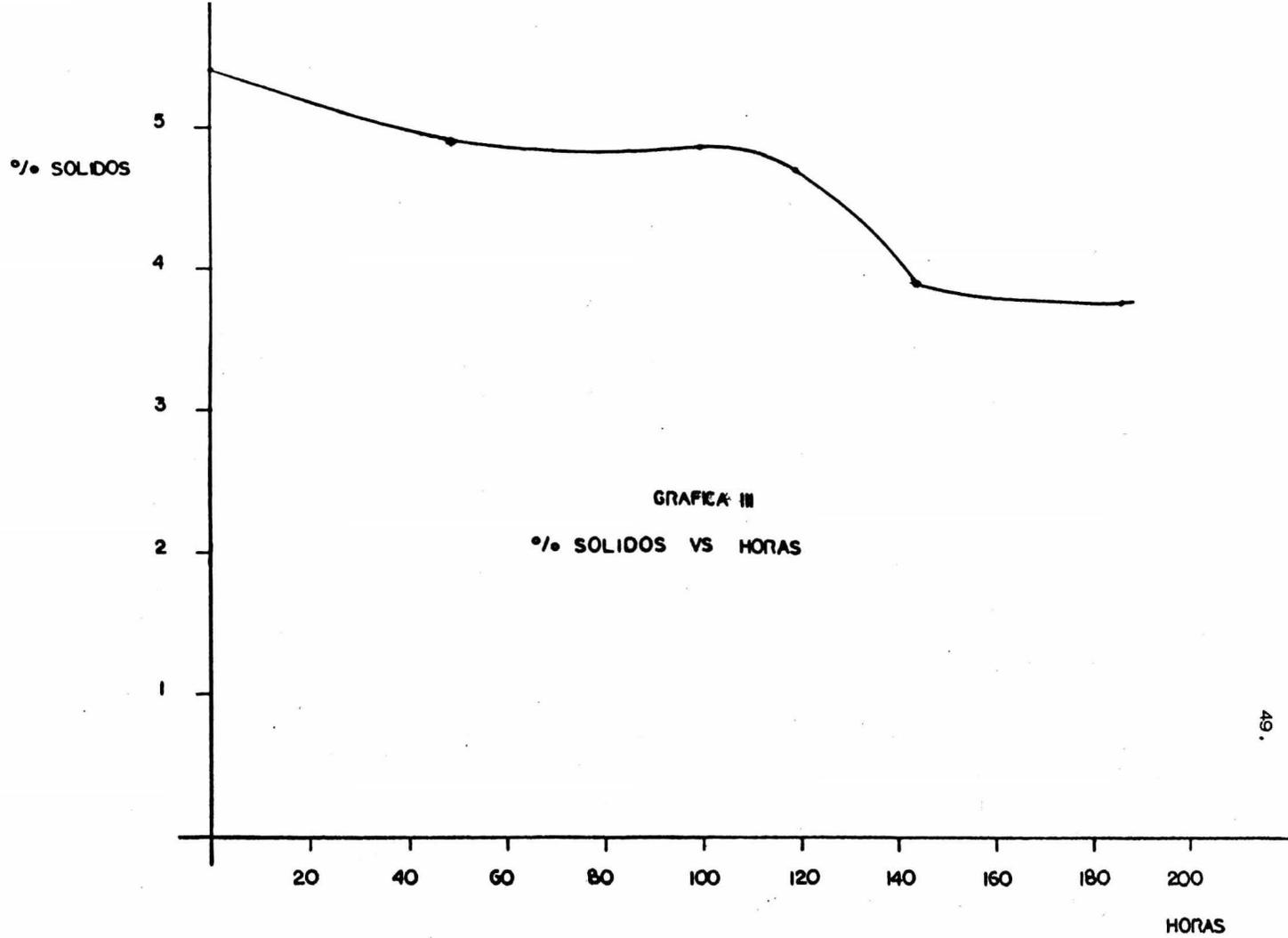
CRECIMIENTO

%

GRAFICA II

% AZUCARES VS CRECIMIENTO





El análisis del licor residual después de la fermentación con CHRYSOSPORIUM SP. Arrojó los resultados que se muestran a continuación.

CUADRO N° 7

ANÁLISIS DE LOS SÓLIDOS EN EL LICOR NEGRO FERMENTADO

COMPONENTES	CONCENTRACION EN %		
Azúcares	5.6	-	5.8
Nitrógeno (NH ₃)	1.01	-	1.10
Cenizas (CaO)	47.0	-	51.0
Material fenólico	28.0		
Grasas	0.1	-	0.2
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.05	-	0.06

Como en el caso de las pruebas de germinación con los licores negros, se llevaron a cabo pruebas de germinación utilizando los licores negros modificados, provenientes de la fermentación. Los resultados se consignan en el Cuadro N° 8.

CUADRO N° 8

Germinación de las semillas tratadas con licor negro modificado -
con diferente contenido de sólidos.

Semilla	N° de semillas	% de germinación	Concentración de sólidos
Frijol	79	0.00	4.20
Frijol	73	0.00	2.0
Frijol	78	0.00	1.0
Frijol	74	0.00	0.50
Alfalfa	211	0.00	4.20
Alfalfa	219	14.10	2.0
Alfalfa	210	73.30	1.0
Alfalfa	208	79.80	0.50
Trigo Potam	56	85.0	4.20
Trigo Potam	58	96.0	2.00
Trigo Potam	59	100.0	1.00
Trigo Torim	98	72.4	4.20
Trigo Torim	82	90.0	2.00
Trigo Torim	97	96.28	1.00
Trigo Torim	99	96.90	0.50
Trigo Azteca	92	69.5	4.20
Trigo Azteca	91	76.9	2.0
Trigo Azteca	90	90.0	1.0
Trigo Azteca	89	92.1	0.50
Trigo Cajene	107	52.3	4.20
Trigo Cajene	107	97.0	2.00
Trigo Cajene	102	97.2	1.0
Trigo Cajene	108	98.2	0.50
Trigo Zaragoza	105	61.90	4.73
Trigo Zaragoza	108	93.51	1.0
Trigo Zaragoza	104	94.23	0.5
Trigo Jori	101	34.65	4.73
Trigo Jori	107	78.50	2.0
Trigo Jori	110	90.0	0.5

Semilla	N° de semillas	% de germinación	Concentración de sólidos
Trigo Triticale	161	36.64	4.73
Trigo Triticale	97	92.23	1.0
Trigo Triticale	103	92.78	0.5
Trigo Vicam	105	30.47	4.73
Trigo Vicam	102	57.94	1.0
Trigo Vicam	107	87.25	0.5
Trigo Bajfo	103	77.66	4.73
Trigo Bajfo	106	85.84	2.0
Trigo Bajfo	112	93.75	0.5
Trigo Jaral	110	86.36	4.73
Trigo Jaral	102	97.29	1.0
Trigo Inia	96	48.95	4.73
Trigo Inia	99	85.85	0.5
Siete Cerros	102	48.0	4.73
Siete Cerros	99	94.94	0.5
Trigo Cocorit	108	72.22	4.73
Trigo Cocorit	113	91.15	2.0
Trigo Yecora	95	85.2	4.2
Trigo Yecora	104	90.65	2.0
Trigo Yecora	107	97.12	0.5

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.- El licor negro proveniente del proceso a la cal presenta un efecto inhibitor sobre la germinación cuando se utiliza en concentraciones mayores del 0.5% de sólidos, y - que depende en cierto grado de la variedad de las semillas.
- 2.- En el caso del frijol se encontró que el licor negro sin tratar no permitió la germinación de las semillas.
- 3.- El trigo y la alfalfa fueron las semillas que presentaron una respuesta positiva más satisfactoria en el proceso - de germinación al utilizarse licores negros sin tratar.
- 4.- El límite de utilización del licor negro sin tratar como agua de riego es con una concentración no mayor de 0.5% de sólidos.
- 5.- El licor negro modificado presenta en muchos casos un efecto menor sobre el proceso de germinación, lo cual - permite usar a concentraciones de sólidos mayores.
- 6.- La germinación de las semillas de alfalfa fue superior - cuando se impregnaron con licor negro modificado y con una concentración de 1.0% de sólidos.
- 7.- El licor negro modificado tampoco permite la germinación de la semilla de frijol lo que corrobora la presencia de -

un factor tóxico, para esta semilla.

- 8.- Se tiene evidencia primaria de que los licores negros ya sea modificado o no, deben su toxicidad a la presencia de fenoles, en función que la toxicidad de estas disminuye, cuando decrece el contenido de material fenólico de los licores negros como resultado de la fermentación.
- 9.- Por lo que respecta a la biomasa obtenida, a falta de otro parámetro, se comparó con la biomasa procedente del monosulfito de amonio, encontrándose que está última dobla el valor del patrón de aminoácidos al obtenido con los hongos desarrollados en el licor negro a la cal.
- 10.- Los resultados obtenidos en la presente investigación abren un extenso panorama con un futuro prometedor, en el campo de la biodegradación de materiales de deshecho, Cabe hacer hincapié en que ésta no es una labor ni de un solo hombre ni de una sola institución.
Se presenta a continuación las áreas que de inmediato se considera conveniente atacar:
 - Obtención de nuevas cepas o mutantes biodegradantes, más eficientes.
 - Realizar pruebas exhaustivas de toxicidad con las nuevas cepas y las actuales.
 - Realizar investigaciones tendientes a discriminar los factores tóxicos.

- Realizar investigaciones tendientes a la separación de los elementos tóxicos con especial énfasis en los fenoles.
- Estudios estadísticos en siembras piloto irrigadas con licores negros, sin fermentar y con licores modificados por fermentación.

C A P I T U L O VII

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- S.R. Norris and D. W. Ribbuns
Methods in Microbiology
Academic Press, N. Y. 1970.
- 2.- Gibert H. Ayres
Análisis Químico Cuantitativo. 1974.
- 3.- Scandinavian Pulp, Paper and Board
Phosphorus in Sulphite Spent Liquor.
- 4.- C. Earl Libby 1974.
- 5.- Legislación para Prevenir y Controlar la Contaminación
Ambiental.
Secretaría de Salubridad y Asistencia 1973.
- 6.- Hudson B. J.
Investigación Sobre Nuevas Proteínas.
Depto. de Ciencias de la Alimentación.
Universidad Reading. Inglaterra 1970.
- 7.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
y la Alimentación (F.A.O.) 1967.
- 8.- Prescott Cote, S. y C. Gordon Dunn
Microbiología Industrial 1962.
- 9.- Cámara Nacional de la Industria del Papel
Memoria Estadística. México, D. F. 1974.
- 10.- F. A. O. Raw Materials for More Paper Roma 1952.
- 11.- E. Rentería López, Tesis - Ing. Químico
Fac. de Química - UNAM 1975.
- 12.- TAPPI - Standards and Suggested Methods.
- 13.- T. S. C. Wong. T-K Yang y T-T Aoung.
Soil Science, 103, 239-246, 1967.
- 14.- A. González, C. Moreno, C. Pérez
Por Publicarse.