



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS**

**“ MICROORGANISMOS PREDOMINANTES EN EL  
PROCESO DE DESTINTADO DE PAPEL PERIODICO  
Y BUSQUEDA DE UN MICROBICIDA ADECUADO  
PARA SU CONTROL”**

**TESIS PROFESIONAL**

Luz Elena Peinado Ruiz

S1109

.1

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1988



I. Q.  
P37m  
1988

T  
I  
D  
C.



1080076931



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

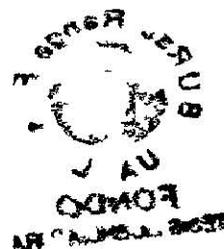
“ MICROORGANISMOS PREDOMINANTES EN EL  
PROCESO DE DESTINTADO DE PAPEL PERIÓDICO  
Y BUSQUEDA DE UN MICROBICIDA ADECUADO  
PARA SU CONTROL”

TESIS PROFESIONAL

Luz Elena Peinado Ruiz

SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P.

1988



TS1109  
P4



*Con cariño y agradecimiento para mis Padres ...*

*Roque y Elena*

*Para mis hijas ...*

*Luz Elena y Yadira*

*Con respeto y admiración para mis maestros*

*A mis amigos y compañeros*

*En especial a aquellas personas que con su ayuda  
permitieron llegar a término éste trabajo*

*A la Escuela de Ciencias Químicas*

*"MICROORGANISMOS PREDOMINANTES EN EL PROCESO  
DE DESTINTADO DE PAPEL PERIODICO Y BUSQUEDA  
DE UN MICROBICIDA ADECUADO PARA SU CONTROL"*

## I n d i c e

I.-	Prólogo	P. 1
	A.- Resumen	P. 1
II.-	Introducción	
	A.- Marco Teórico	P. 2
	1.- Los microorganismos en la fabricación de papel	P. 3
	2.- Los microorganismos y su naturaleza	P. 3
	3.- Los microorganismos en la industria del papel	P. 3
	4.- El control de los microorganismos	P. 4
III.-.	Justificación del trabajo	P. 10
	A.- Objetivo	P. 10
IV.-	Materiales, equipo y técnicas	P. 12
	A.- Técnica para conteo total e identificación	P. 12
	B.- Técnica para evaluar los microbicidas	P. 15
V.-	Resultados	
	A.- Identificación bacteriana	P. 17
	B.- Resultados de los conteos totales	P. 20
	C.- Evaluación de los microbicidas en el laboratorio	P. 21
	D.- Evaluación del microbicida específico en proceso	P. 23
VI.-	Conclusiones y recomendaciones	P. 27
	A.- Discusión	P. 27
	B.- Conclusiones	P. 27
	C.- Recomendaciones	P. 28
VII.-	Bibliografía	P. 29
	Lista de Figuras y Tablas	x

*I.- P R O L O G O*

## I.- Prólogo

Durante los siete años que permanecí trabajando en Pronapade, pude observar la gran importancia que tiene la microbiología en éste proceso industrial. Desafortunadamente no se le da el seguimiento adecuado debido a la falta de personal especializado en la manera de tratar los problemas causados por microorganismos.

El presente trabajo nace de la necesidad de ayudar a resolver un problema microbiológico con técnicas probadas para ayudar a elegir el producto adecuado al proceso.

El trabajo se inició adquiriendo el equipo y materiales necesarios para realizar los análisis microbiológicos, agradeciendo a la empresa el apoyo brindado para la elaboración del trabajo a pesar de representar un alto costo el equipo necesario para llevarlo a cabo; además parte de la identificación se realizó en el Laboratorio de bacteriología de H.G.Z. N° 2 del I.M.S.S. a cuyo Director el Dr. Francisco J. González Alvarez agradezco las facilidades brindadas.

## A.- Resumen

El presente trabajo trata de la identificación de microorganismos predominantes en el proceso de destintado de papel periódico, en el cual se encontraron bacterias del género Flavobacterium, Pseudomona, Escherichia y Streptococcus en la etapa anterior al blanqueo (60° C). En la parte correspondiente a la formación de la hoja de papel se encontraron bacterias del género Bacillus y hongos, Actinomyces y Candida, el género predominante a lo largo de todo el proceso con excepción del tanque de pasta lavada, fué el género Proteus.

El número de bacterias encontradas en la parte anterior a la etapa de blanqueo fué mayor de 300 col/ ml en la dilución  $1 \times 10^6$  y disminuye siempre en el tanque de máquina, para volver a incrementarse en la parte posterior al tanque de máquina causando serios problemas en la formación de la hoja de papel.

Las bacterias causales de problemas fueron tratadas con dos agentes microbicidas de diferente principio activo, el bistiocianato de metileno y cuaternario de amonio, que fueron los productos más efectivos durante la valoración a nivel laboratorio y en proceso.

Después de la dosificación de los productos en proceso, los tiempos muertos se disminuyeron de un 25 a un 50% menos del tiempo que normalmente se pierde sin tratamiento.

*II.-I N T R O D U C C I O N*

## A.- Marco Teórico.

### 1.- Los microorganismos en la fabricación de papel.

Los microorganismos juegan un papel muy importante en la formación de agregados indeseables en los procesos de manufactura de papel. Cuando los microorganismos están presentes en un número excesivo forman masas pegajosas, que atrapan fibras y aditivos que se encuentran en el agua del proceso de fabricación de papel.

Estos agregados microbiológicos causan rupturas y agujeros durante la formación de la hoja de papel, causando una disminución en la eficiencia de operación de la máquina de papel; los microorganismos también contribuyen a una baja en la blancura de la fibra y ocasionan olores indeseables en el papel terminado; así mismo las bacterias anaerobias como las sulfato-reductoras ocasionan corrosión sobre las superficies expuestas de metal (pero éste último tema no se toca -- aquí ).

Las condiciones ambientales durante la fabricación de papel favorecen el crecimiento de muchos tipos de microorganismos. Las grandes cantidades de agua, materiales fibrosos y no fibrosos utilizados en el proceso de manufactura, así como las temperaturas de operación utilizadas permiten el crecimiento de microorganismos. Los materiales, pequeñas moléculas orgánicas, y microorganismos penetran al proceso de fabricación de papel a través de las fuentes de agua. Durante la primavera y verano el agua es particularmente rica en cantidades significativas de algas microscópicas, pero debido a la falta de luz solar en la fábrica se inhibe el crecimiento de estas plantas, las cuales mueren y son -- fuente de nutrientes para otros microorganismos en el agua de proceso.

Muchos de los problemas asociados con los agregados microbiológicos, en la fabricación de papel pueden ser atribuidos a bacterias y hongos, los hongos requieren humedad ambiental y oxígeno para su crecimiento, pueden encontrarse generalmente en la interfase aire-agua de los tanques de pasta, máquina y depuradores abiertos. Las bacterias por otro lado, pueden vivir bajo el agua y se pueden encontrar donde se utilice agua .

Todos los microorganismos son capaces de crecer en unas cuantas horas y formar masas (babazas) bajo condiciones adecuadas. Desafortunadamente para la industria, el proceso de fabricación de pulpa y papel provee las condiciones necesarias para favorecer el crecimiento microbiológico. ( Young-Bandala and Boho, - 1987:70 ) .

### 2.- Los microorganismos y su naturaleza.

El crecimiento y reproducción de los microorganismos depende de su habilidad para sobrevivir a las condiciones adversas del medio ambiente y de su capacidad para reproducirse en forma exponencial cuando existen condiciones favorables.

En condiciones ideales de crecimiento, las bacterias se reproducirán fácilmente; los factores de crecimiento limitantes son los nutrientes disponibles. En condiciones ideales una bacteria produce teóricamente:  $4 \times 10^9$  a  $6 \times 10^9$  descendientes en 48 horas.

### 3.- Los microorganismos en la industria del papel.

En el proceso de fabricación de pulpa se utilizan diversas materias primas -- como el almidón y la celulosa misma los cuales sirven de nutriente a una amplia variedad de microorganismos, por lo cuál se hace necesario su control. -- ( Libby, 1976:477).

#### 4.- El control de los microorganismos

El control de los microorganismos se puede ejercer por agentes físicos, como los cambios en el medio ambiente, ya sea el pH, temperatura, humedad, presión osmótica, electricidad, tensión superficial, etc. Estos agentes tienen efectos inhibidores, incluso letales para los microorganismos.

El control de los microorganismos por agentes químicos se puede ejercer por un gran número de compuestos que en concentración adecuada, son capaces de inhibir el crecimiento o matar microorganismos. Hasta el momento no es posible encontrar un sólo agente capaz de eliminar o reducir la flora bacteriana en general.

Algunos de los agentes químicos que se usan para el control de los microorganismos son los siguientes:

Fenol y sus derivados, alcoholes, halógenos, metales pesados y sus compuestos, colorantes (derivados del trifenilmetano y de la acridina), detergentes, compuestos cuaternarios de amonio, ácidos, álcalis, quimioesterilizadores, glutaraldehído, B propiolactona. (Pelczar, Reid, Chan, 1985:363-408).

#### B.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE DESTINTADO DE PAPEL PERIODICO

En el proceso de destintado de papel periódico se utiliza como materia prima el papel periódico de desperdicio en un 100% , debido a lo cual se hace necesario realizar una selección previa para eliminar del desperdicio otros tipos de papel, por ejemplo: los papeles finos que no son periódico como el papel bond, etc., además de otros materiales contaminantes como pueden ser: bolsas de polietileno, desperdicio de madera, hilos de plástico y henequén, telas, etc.

En la Figura número 1 se muestra un diagrama resumido del proceso.

Una vez realizada la selección se procede a la carga de los molinos (hidrapulper= E<sub>1</sub> ) con 4 a 5 Ton de papel y se añade el agua y productos químicos para el destintado (detergentes). Se realiza la molienda por un período de 30 a 45 min. y se descarga para pasar la pulpa por una serie de depuraciones basadas en el centrifugado y cribado.

La pulpa libre de impurezas o cribada se somete a lavado, mediante un proceso de contracorriente basado en la dilución y espesado de la pulpa, colectando los tres efluentes del agua de los lavados para recirculación durante la molienda, depuración y lavado ( E<sub>5</sub>, E<sub>6</sub>, E<sub>7</sub>).

A partir de éste paso, la pulpa cambia su denominación por el de pasta, debido a que después del lavado se añaden los ingredientes de preparación para pasar a las máquinas, la pasta lavada se somete a un incremento de temperatura hasta alcanzar los 60° C mediante vapor y se añade el agente blanqueador RBS-507 dejando que permanezca durante una hora para completar la reacción ( E8 y E9).

La pasta blanqueada, se somete a un último proceso de depuración y dilución, - así como a una deaireación para eliminar el aire y la espuma y así permitir una mejor formación de la hoja de papel.

A partir del proceso de molienda todos los tanques por donde pasa la pulpa, -- son tanques cerrados recubiertos de resina epóxica para prevenir la corrosión y deterioro de los mismos por acción del agua y de los agentes de destintado y blanqueo.

Al final del proceso de preparación de la pasta al llegar a la caja de entrada, se hace una última dilución para dejar la pasta en una proporción de 0.5% de - fibra base seca con el objeto de obtener así una suspensión que quede uniforme sobre la malla que corre a través de la mesa de formación . Depositada la suspensión sobre la malla, pasa a través de una serie de cajas de succión para -- eliminar el exceso de agua y formar así la hoja de papel; en seguida se encuentran en serie dos prensas, que mediante presión y vacío eliminan otra cantidad de agua para que la hoja se dirija así a la sección de secadores donde es eliminada la mayor parte de agua, para dejar una hoja que contenga de 7 a 8 % de humedad. (Los equipos de mesa de formación, prensas y secadores no se aprecian en la fig. N° 1 del diagrama).

La hoja seca es pasada por una serie de rodillos a presión. que le dan a la hoja un acabado semisatinado para que obtenga la lisura apropiada para su impresión.

El rollo de papel así obtenido se pasa por una embobinadora, la cual realiza - los cortes del rollo de acuerdo a las medidas que se requieren, al final de lo cual los rollos son empacados y almacenados .

El proceso puede ser interrumpido en la mesa de formación, debido a la presen-

cia de babazas provenientes de la caja de entrada o de las cajas de succión. - El problema se origina como sigue: los crecimientos bacterianos son de consistencia pegajosa lo cuál hace que se adhieran a hendiduras y raspaduras, atrayendo a su vez fibras y tinta; estos conglomerados van creciendo de tamaño con el tiempo, hasta que se desprenden y llegan a la malla de la mesa de formación originando la ruptura de la hoja, la cuál es delgada ( $49 \text{ g/m}^2$ ) y lleva una gran velocidad (aprox.  $500 \text{ m/min.}$  ).

Al romperse la hoja se para la máquina de papel y comienza a contar lo que se llama tiempo muerto, durante éste tiempo se procede a limpiar con manguera de agua a presión toda la máquina, para así tumbar todos los pequeños aglomerados de fibra y bacterias que pudieran quedar.

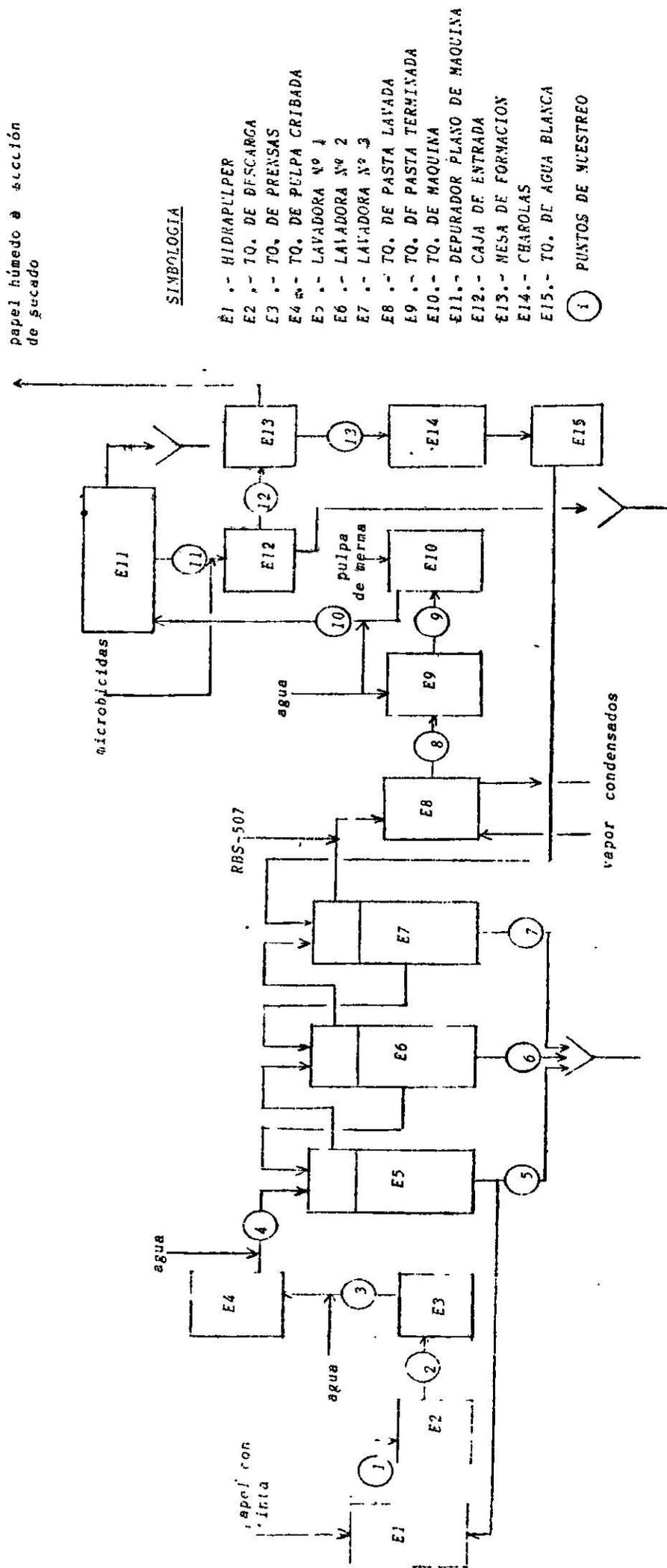
La naturaleza de la pulpa es material que sirve de nutriente a las bacterias, por lo cuál se hace indispensable el uso de microbicidas en la parte más cercana a la mesa de formación y caja de entrada, en un lugar que le permita su acción para disminuir el tiempo muerto perdido en la fabricación de papel.

En éste proceso en particular, los problemas ocasionados por bacterias sólo se presentan en la mesa de formación, ya que los productos utilizados durante el proceso no son susceptibles de degradación bacteriana como sucede en otros procesos, por ejemplo: En el proceso que utiliza como materia prima la madera, el peróxido de hidrógeno utilizado para el blanqueo, es descompuesto por bacterias del tipo catalasa positivo. En el caso de fabricación de papeles más finos como el bond, se utilizan almidones los cuales son fácilmente descompuestos por bacterias.

Es importante considerar el hecho de que durante todo el proceso, el agua utilizada se encuentra a una temperatura de  $38$  a  $43^\circ \text{ C}$  , ya que proviene de mantos ~~termales~~ y ésto facilita el proceso de fabricación de papel durante la molienda y el blanqueo con un ahorro de energía .

La aplicación de la microbiología en procesos como la fabricación de papel, ayuda a evitar y solucionar los problemas como los que acarrea la contaminación con toda clase de microorganismos, lo cuál es de gran importancia ya que permite no sólo ver la proporción de la contaminación sino aislar el microorganismo causal del problema, con lo que tenemos bases concretas y científicas para seleccionar el microbicida adecuado, traduciéndose ésto en un menor costo, factor importante en todo proceso industrial.

FIGURA Nº 1.- DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA PLANTA BESTAVIDORA DE PAPEL PERIÓDICO.



papel húmedo a sección de secado

SIMBOLOGÍA

- E1.- HIDRAPLUPER
  - E2.- TQ. DE DESCARGA
  - E3.- TQ. DE PRENSAS
  - E4.- TQ. DE PULPA CRIBADA
  - E5.- LAVADORA Nº 1
  - E6.- LAVADORA Nº 2
  - E7.- LAVADORA Nº 3
  - E8.- TQ. DE PASTA LAVADA
  - E9.- TQ. DE PASTA TERMINADA
  - E10.- TQ. DE MAQUINA
  - E11.- DEPURADOR PLANO DE MAQUINA
  - E12.- CAJA DE ENTRADA
  - E13.- MESA DE FORMACION
  - E14.- CHAROLAS
  - E15.- TQ. DE AGUA BLANCA
- ① PUNTOS DE MUESTREO

A pesar de que los microorganismos tienen un papel muy importante en todo proceso de fabricación de papel, hasta la fecha no existen trabajos de estudio su ficientes para darnos una idea aproximada de la flora bacteriana que normalmente podemos encontrar en un proceso de fabricación de pulpa y papel. Durante el desarrollo del presente trabajo se buscó bibliografía al respecto, sin embargo todos los textos mencionan la posible importancia de los microorganismos pero no existen trabajos específicos al respecto. Los proveedores de microbicidas - son los que hablan más ampliamente al respecto, pero sin que los respalde una publicación seria respecto a los estudios que ellos dicen llevar a cabo.

La revista oficial que publica todos los estudios referentes a la industria de la pulpa y el papel TAPPI, sólo ha referido dos artículos respecto a las técni cas para conteo total de bacterias: Un artículo en 1982 y otro en 1987, lo -- cuál nos da una idea de lo abandonado que se encuentra el campo de la microbío logía en ésta rama de la industria; principalmente debido a la falta de personal capacitado e interesado en realizar dichos estudios, los cuales se reali-- zan en un período de tiempo prolongado que el industrial, la mayoría de las veces no quiere invertir, además de que el material y equipo necesario para estos estudios resulta costoso.

*III.- J U S T I F I C A C I O N   D E L   T R A B A J O*

### III.- Justificación del trabajo

Los microorganismos se encuentran en forma normal en las materias primas utilizadas en el proceso de destintado y fabricación de papel periódico, estas -- bacterias no afectan el proceso de preparación de la pasta pero sí afectan la la fabricación del papel por lo cuál se requiere tener un control mediante un -- agente bactericida adecuado para éste proceso en particular.

A.- El objetivo del presente trabajo es:

- 1.- Reconocer los microorganismos predominantes en el proceso de destintado de papel periódico, -- aislar los que sean potencialmente problemáticos para p,robar su -- participación frente a diferentes agentes químicos.
- 2.-Elegir el agente químico adecuado para mantener el sistema ba-- jo control, reduciendo así el tiempo muerto perdido para la -- limpieza de la máquina de papel.

*IV .- M A T E R I A L E S , E Q U I P O*  
*Y T E C N I C A S*

Los materiales utilizados fueron:

Estufa de calor seco (para esterilización a 180° C).  
Incubadora para mantener una temperatura de 37 + 1° C.  
Microscopio (1000X).  
Contador de colonias  
Olla de presión 21 l de capacidad con manómetro (15 lb/in<sup>2</sup>)  
Asas y portaasas.  
Cajas Petri  
Portaobjetos  
Tubos de vidrio con y sin tapón  
Matraz balón de fondo plano  
Pipetas serológicas de 0.1, 5.0 y 10.0 ml  
Medios de cultivo:  
Agar nutritivo, E.M.B., agar sangre, agar S-110 y agar Sabouraud dextrosa  
Colorantes y reactivos:  
Los utilizados en la tinción Gram: cristal violeta, oxalato de amonio, lugol, safranina y alcohol-acetona.

#### TECNICAS.

Se analizaron un total de 200 muestras, de todos los diferentes puntos que se observen en el diagrama de flujo del proceso, y -- que corresponden a tanques de almacén y paso de la pulpa.

El muestreo se efectuó días y horario variables.

De acuerdo a la figura No. 1, se muestrearon los siguientes puntos:

- 1.- Hidrapulper
- 2.- Tanque de descarga
- 3.- Tanque de prensas
- 4.- Tanque de pulpa cribada
- 5.- Tanque de primer efluente
- 6.- Tanque de segundo efluente
- 7.- Tanque de tercer efluente
- 8.- Tanque de pasta lavada
- 9.- Tanque de pasta terminada
- 10.- Tanque de pasta de máquina
- 11.- Depurador plano de máquina
- 12.- Caja de entrada
- 13.- Charola (colectores de la mesa de formación)
- 14.- Agua limpia (cisterna)

#### A).- Técnica para conteo total e identificación

Se purgaron las tuberías abriendo el muestreador durante 1 minuto y se tomó la muestra en bolsas de polietileno estériles, llevándose al laboratorio para su proceso inmediato. La toma de muestra se hizo utilizando muestreadores automáticos que se encuentran -- instalados a lo largo de todo el proceso.

Las muestras se procesaron de acuerdo a la marcha señalada en la fig. No. 2. Se tomó una alicuota de un mililitro y se hicieron diluciones en forma seriada en tubos de ensaye con

tapón de rosca, los cuales contenían 9 ml de agua destilada estéril. Las diluciones realizadas son desde la 1:10 hasta la  $1 \times 10^9$ .

Se sembró por duplicado en cajas de petri desde la dilución  $1 \times 10^4$  a la  $1 \times 10^9$  con un mililitro de cada muestra mediante la técnica de conteo en placa utilizado para agua potable: se vacía el agar nutritivo fundido a  $40^{\circ}$  C sobre la muestra, se deja solidificar a temperatura ambiente y posteriormente se incubaba durante 48 hrs. para posteriormente relizar el conteo total de bacterias mediante un contador de colonias automático. (Pelczar, Reid, Chan, 1982:110)

Para realizar el aislamiento e identificación se sembró por estría en cajas de petri conteniendo los siguientes medios de cultivo: agar sangre, E.M.B. (eosina-azul de metileno), agar S-110 para posteriormente realizar pruebas bioquímicas.

Para el aislamineto de hongos se sembró en tubos con tapón de rosca conteniendo agar dextrosa-Sabouraud en forma individual para cada muestra.

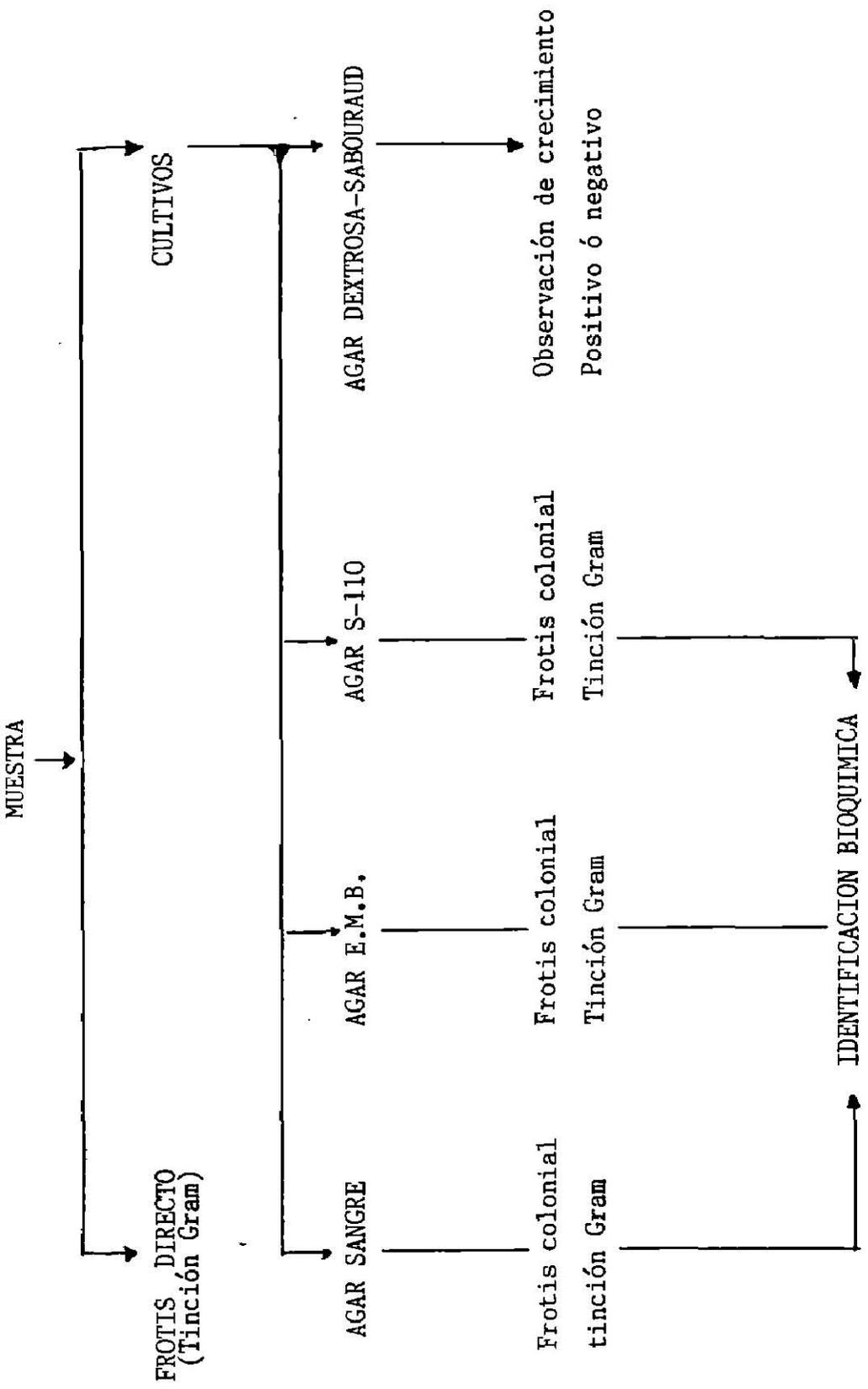


FIGURA No. 2.- SECUENCIA PARA EL ANALISIS DE MUESTREO .

B.- Técnica para evaluar los microbicidas

Para realizar la búsqueda del microbicida se escogieron cinco productos de diferentes casas comerciales, tomando en cuenta que se requería un producto de baja toxicidad, ya que el agua de deshecho se utiliza para riego agrícola y estos productos poseen registro de la F.D.A. ( U.S. Food and drug administration regulation ) .

Durante la evaluación a nivel laboratorio se probaron los agentes bactericidas en forma concentrada, pero no hubo crecimiento al ponerlos en incubación con la muestra problema de caja de entrada , por lo cuál se hicieron diluciones 1: 1: 10 y 1: 100 para poder observar cuál era el producto más eficaz para este caso.

Tomando porciones desde 0.01 a 0.1 ml de la dilución 1: 100 del microbicida se incubaron con un mililitro de la muestra problema sin diluir, en seguida se --añadió el agar nutritivo fundido, se dejó solidificar y se incubó durante 48 hrs. para observar si hubo crecimiento.

La caja de entrada fué elegida como muestra problema por ser éste el lugar donde se presentan los problemas de tiempo muerto perdido en la producción por --necesidades de limpieza de la máquina de papel.

En la evaluación de cada producto se realizó un conteo total bacteriano como --testigo para observar la curva de crecimiento en presencia de los diferentes --microbicidas, además de la relación entre la dosificación y el tiempo muerto --del proceso.

El método seguido para ésta evaluación fué original debido a la falta de una --técnica ya establecida, ya que no se pudo localizar bibliografía al respecto, a pesar de haber consultado los libros de técnicas analíticas para papel : --TAPPI y técnicas para análisis de agua y agua de deshecho : ASTM y otros li--bros al respecto.

V.- R E S U L T A D O S

Analizando 200 muestras de agua de diferentes puntos del proceso se encontró una cantidad mayor de 300 colonias/ml en la dilución  $1 \times 10^6$  en los puntos anteriores a la etapa de blanqueo. En el tanque de máquina se encontró que el número de microorganismos siempre se mantiene bajo, de lo cual se deduce que la mayoría de las bacterias procedentes del papel desperdicio son termolábiles y se destruyen al llegar al tanque de pasta lavada donde se mantiene una temperatura de  $60^{\circ} \text{C}$ .

#### A.-Identificación bacteriana

Durante el proceso de muestreo se observó una uniformidad de la flora bacteriana, aislándose predominantemente bacterias aerobias, ésto debido a la permanente aereación del sistema y el cambio constante del agua del proceso.

En la Tabla No. 1 podemos observar los resultados de la Identificación bacteriana.

Puntos de muestreo Géneros identificados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<u>Aerobacter</u>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Flavobacterium</u>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Pseudomona</u>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>E. coli</u>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
<u>Klebsiella</u>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>Staphylococcus a.</u>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>Streptococcus</u>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
<u>Proteus</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<u>Clostridium</u>	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<u>Staphylococcus</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<u>Bacillus</u>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<u>Actinomyces</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<u>Candida</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+

TABLA N° 1 .- RESULTADOS DE LA IDENTIFICACION DE BACTERIAS Y HONGOS EN EL PROCESO DE DESTINTADO DE

## B.- Resultado de los conteos totales

En los puntos 1 al 7 de la figura N<sup>o</sup>. 1 ( que corresponde al diagrama), al realizar las siembras se encontró un crecimiento bacteriano incontable en la dilución  $1 \times 10^6$ , estos puntos son anteriores a la etapa de blanqueo; los valores más bajos se registraron en los puntos 8 y 9 donde la temperatura es de 60<sup>o</sup> C.

Los conteos totales se continuaron en los puntos 10 al 14 utilizando el tanque de máquina como referencia, estos puntos son entradas a la mesa de formación del papel, sitio donde se presentan desprendimientos de fibras y desechos bacterianos de tipo mucoide ocasionando que reviente la hoja de papel. En la Tabla N<sup>o</sup> 2 podemos encontrar los valores de crecimiento encontrados en estos puntos. No se consideró necesario realizar los conteos totales en los puntos -- 1 al 9 del proceso, ya que estos lugares no presentan problemas debidos al crecimiento de microorganismos, por lo cuál no requieren el uso de un microbicida, además de representar un costo excesivo.

En la tabla N<sup>o</sup> 2 podemos observar además, que en los puntos 11 al 13 del proceso, el número de colonias vuelve a incrementarse debido a que en estos puntos existen entradas de agua de dilución procedente del tercer efluente ( punto 7 ) en una proporción que varía de un 10 a un 30 % dependiendo de la concentración de fibra . En la muestra de agua limpia, ocasionalmente se encuentran crecimientos bacterianos, ya que ésta agua recibe tratamiento a base de hipoclorito de sodio en forma manual y en algunas ocasiones se olvidan de dosificar, el objetivo de ésta cloración es evitar la formación de incrustaciones de algas en la torre de enfriamiento de la cisterna .

Las diferencias de crecimiento obtenidas en los valores de crecimiento en una misma muestra son debidas a las diferencias que existen día a día en el uso de agua limpia, toneladas de papel utilizado y dosificación de hipoclorito en el agua limpia.

En el caso de cultivos específicos como el agar Sabouraud para la identificación de hongos, el crecimiento fué escaso por lo cuál se descartó la posibilidad de que estos microorganismos fueran los causantes de los problemas en la máquina de papel, por ello no se realizó su identificación.

Puntos de muestreo Nº de muestra	10 col/ml $1 \times 10^6$	11 col/ml $1 \times 10^6$	12 col/ml $1 \times 10^6$	13 col/ml $1 \times 10^6$	14 col/ml $1 \times 10^6$
1	0.06	50.0	12.4	2.0	0.0
2	0.181	72.0	51.0	102.0	0.0
3	0.22	136.0	70.0	250.0	0.0031
4	0.02	36.5	25.0	2.0	0.0054
5	0.16	5.8	26.6	10.2	0.0
6	0.30	3.2	7.2	18.3	0.0019
7	0.53	9.6	25.2	145.0	0.027
8	1.03	4.4	3.0	8.0	0.0
9	1.00	3.2	2.0	2.8	0.0035
10	0.24	26.0	40.0	22.3	0.19
11	0.25	0.5	1.5	1.4	0.03
12	0.003	10.0	11.7	6.0	0.023
13	0.002	60.0	90.0	124.0	0.0
14	0.004	53.0	200.0	120.0	0.15
15	0.006	1.0	2.0	2.2	0.044
16	0.012	45.0	260.0	280.0	0.048

TABLA Nº 2 .- VALORES DE CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS .

C.- Evaluación de los microbicidas en Laboratorio

La evaluación de los microbicidas en el Laboratorio dió como resultado que el producto No. 4 de bistiocianato de metileno y el No. 5 cuaternario de amonio resultaron más eficaces para éste sistema en particular, ya que como podemos observar en la Tabla No. 3; con el producto No. 1 de diferente principio activo se observó efectividad a una concentración de 0.2ml de producto por mililitro de muestra de caja de entrada. El producto No. 2 organo sulfurado fué efectivo a una concentración de 0.06ml y el producto No. 3 bistiocianato de metileno fué efectivo a una concentración de 0.08ml, en comparación los productos 4 y 5 fueron efectivos a una concentración de 0.01 y 0.02 ml de concentración por cada mililitro de muestra utilizada.

La incubación se realizó durante 48 hrs. para observar los resultados del crecimiento. Después de la obtención de estos resultados, se procedió a la prueba de los productos directamente en el proceso adicionando el microbicida en el depurador plano de máquina.

No se determinó la concentración óptima de los microbicidas, por no contar con el material para realizar la medición de los productos por abajo de 0.01ml y ésta concentración calculada para una producción de 200 Ton. resultaría muy costosa y nada práctica, ya que no se requiere que el proceso se mantenga estéril.

M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
* Cianuro-ditio-imido Carbamato disódico 14.7% Metil ditio carbamato de potasio 20.3%	*Organo Sulfurado	*Bistiocianato de Metileno 10%	*Bistiocianato de Metileno	* Cuaternario de Amonio.
(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)
0.02 ml Incontable	0.06 ml Negativo	0.08 ml Negativo	0.02 ml Negativo	0.01 ml Negativo
0.01 " "	0.10 " "	0.10 " "	0.04 " "	0.04 " "
0.6 " "	0.15 " "	0.15 " "	0.06 " "	0.06 " "
0.8 " 800 col/ml	0.20 " "	0.20 " "	0.10 " "	0.10 " "
0.10 " 200 col/ml	0.30 " "	0.25 " "	0.15 " "	0.15 " "
0.20 " Negativo				
Cuenta total de la muestra problema sin tratamiento:				
4.6 x 10 <sup>6</sup> col/ml	3.7 x 10 <sup>6</sup> col/ml	3.7 x 10 <sup>6</sup> col/ml	5.4 x 10 <sup>6</sup> col/ml	5.4 x 10 <sup>6</sup> col/ml

Simbología:

(1) Cantidad de producto tomada de la dilución 1:100

(2) Crecimiento de colonias después de la incubación muestra problema-microbicida

\* Principio Activo

Mi MICROBICIDA

TABLA No. 3, MICROBICIDAS EVALUADOS

D).- Evaluación del microbicida en proceso.

De Enero de 1980 a Diciembre de 1981 se había utilizado un mismo agente bactericida y se observó que el tiempo perdido por limpieza era demasiado alto por lo cuál la Gerencia de la Compañía decidió probar si había una variación en la tendencia de tiempo muerto con y sin dosificación del producto y al no haber variación decidieron suspender la dosificación y compra del producto por lo cual no hubo ningún tratamiento microbiológico de Enero de 1982 a Abril de 1985. En la Tabla No. 4 observamos lo siguiente: Durante los meses de Enero a Abril de 1985 donde no hubo dosificación de microbicida el tiempo muerto fué alto. En el mes de Mayo de 1985 se dosificó un remanente de microbicida que se encontraba en bodega, pero sólo con el objeto de sacarlo de inventario y se observó una marcada disminución del tiempo muerto, en Junio no se observa ésta disminución debido a que la cantidad dosificada fué muy pequeña por terminarse el producto.

De Octubre a Diciembre de 1985 se comenzó la prueba con el producto seleccionado y se volvió a observar la eficiencia de la dosificación de microbicida, por lo cual se justificó el gasto económico.

En el mes de Diciembre de 1985 se observa un incremento en la dosificación sin disminución de tiempo muerto debido a que durante éste mes se realizan paros de máquina para reparación y limpieza del proceso en donde fué utilizado parte del producto.

En Enero de 1986 se observa una disminución adicional en el tiempo muerto utilizando el producto No. 4 (bistiocianato de metileno) y el No. 5 (cuaternario de amonio) en forma alternada, con lo cual las bacterias no alcanzan a crear resistencia.

En el mes de Febrero de 1986 se refleja también en mayor proporción el tiempo perdido de limpieza debido a los paros de máquina para reparación, además de que el mes fué de 28 días por lo cual los datos no se presentan como era de esperarse.

En la figura No. 3 se presenta una gráfica de los datos mostrados en la Tabla No. 4, en donde se aprecia más claramente la relación entre la dosificación de microbicida con el tiempo muerto y la producción de papel.

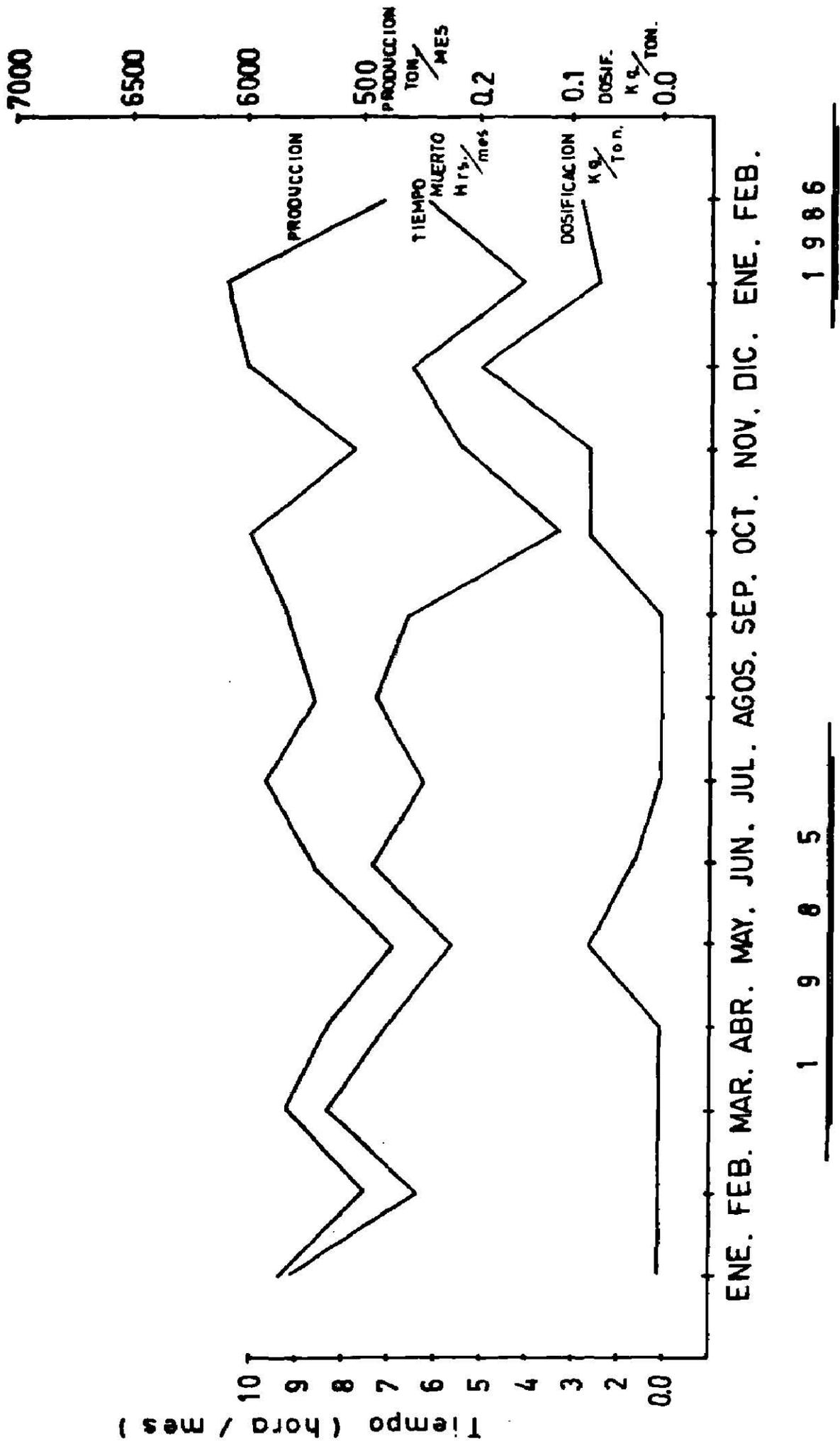
FECHA	TIEMPO MUERTO Hrs./mes	DOSIFICACION de MICROBICIDA Kg/Ton.	PRODUCCION Ton/mes
ENERO 1985	9:12	0.00	5875.667
FEBRERO 1985	6:33	0.00	5504.165
MARZO 1985	8:34	0.00	5830.740
ABRIL 1985	7:09	0.00	5660.419
MAYO 1985	5:52	0.08 <sup>(1)</sup>	5377.968
JUNIO 1985	7:36	0.03 <sup>(1)</sup>	5729.100
JULIO 1985	6:22	0.00	5924.090
AGOSTO 1985	7:24	0.00	5723.307
SEPTIEMBRE 1985	6:57	0.00	5836.517
OCTUBRE 1985	3:28	0.08 <sup>(1)</sup>	5998.068
NOVIEMBRE 1985	5:35	0.08 <sup>(1)</sup>	5551.386
DICIEMBRE 1985	6:48	0.21 <sup>(1)</sup>	6003.906
ENERO 1986	4:05	0.07 <sup>(1)</sup> , 0.07 <sup>(2)</sup>	6106.020
FEBRERO 1986	6:17	0.09 <sup>(1)</sup> , 0.05 <sup>(2)</sup>	5417.367

TABLA No. 4.- DISMINUCION DEL TIEMPO MUERTO DE ACUERDO A LA DOSIFICACION Y MICROBICIDA UTILIZADO.

(1).- Microbicida cuaternario de amonio

(2).- Microbicida de bistiocianato de metileno.

**FIGURA Nº 3**



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## A.- Discussion

Las condiciones ambientales del proceso de fabricación de papel, son óptimas para el crecimiento de muchos microorganismos los que causan serios problemas en la fabricación de papel debido al tiempo muerto perdido para limpieza; por lo cuál, se requiere del uso de un microbicida cuyo costo se justifique con la disminución de tiempo muerto perdido para la limpieza de la máquina de papel, pero también se requiere de un constante cambio de producto para evitar que los microorganismos desarrollen resistencia y entonces la adición del producto pierde la importancia que en realidad debe tener.

Durante el desarrollo del trabajo se corroboró la constante y proliferativa presencia del microorganismos en el proceso, con excepción del tanque de máquina que en general tiene un número de bacterias mucho menor que el resto del proceso, pero estos microorganismos no ocasionan problemas en todo el proceso, sino solo en la formación de la hoja de papel.

Habiendo ya probado el uso de un microbicida sin resultado, era necesario volver a probar que sin el uso de un microbicida no se podría resolver el problema, por lo cuál se probó que lo que había ocasionado que el producto ya no fuera efectivo, es la facultad que tienen las bacterias para crear resistencia frente a un producto utilizado por un tiempo prolongado.

Para observar si se crea o no resistencia se debe llevar a cabo un control constante del tiempo perdido en proceso por limpieza, para observar si hay un incremento excesivo y realizar el cambio del microbicida utilizado hasta entonces.

## B.- Conclusiones

- 1.- La mayoría de las bacterias presentes en éste proceso son termolábiles y se destruyen en la etapa del blanqueo.
- 2.- No se encontraron hongos causantes de problemas
- 3.- Es indispensable tener cuando menos dos tipos de microbicidas y hacer cambios frecuentes de uno a otro para evitar que las bacterias desarrollen resistencia.
- 4.- La adición de microbicida debe hacerse en la parte más cercana a la mesa de formación que es el lugar en donde se presentan los problemas de desprendimiento de babazas.
- 5.- Los microbicidas de mayor eficacia fueron el No. 4 bistiocionato de metileno y el No. 5 cuaternario de amonio.

Recomendaciones

Sería conveniente para Pronapade continuar con los estudios de microorganismos en el proceso, ya que estos continuamente cambian por haber múltiples fuentes de contaminación.

Es necesario también, llevar una relación diaria de el tiempo muerto perdido para limpieza y observar cualquier incremento que proporcione indicios de que se está comenzando a crear resistencia por parte de las bacterias hacia el microbicida que se esté utilizando.

Como parte adicional, se requiere la colaboración de los proveedores para proporcionar la formulación y concentración de los productos y así, poder observar la relación entre la actividad del producto y la concentración ó vehículo utilizado.

VII.- B I B L I O G R A F I A

Joint, M.C. Rand, Greenberg, Arnold E., Taras, Michael J., "American -- Standard Methods for the examination of water and wastewater". 14th. ed., U.S.A., 1975, American public health, American water works and Water pollution control federation.

Libby, C. Earl, ed. "Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel". Trad. - Salvador Carrasco Narro. 1a. ed., México, C.E.C.S.A., 1976. p.477.

Mac Faddin, Jean F., "Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clinica". Trad(s). Irma Lozano y Carlos Alberto Guardianio. 1a. ed., México, Editorial Médica Panamericana, 1984, 169 p.

Mc. Donald, Ronald G., Franklin, John N., ed(s). "Pulp an paper manufacture, papermaking and paperboard making", U.S.A., Mc. Graw-Hill, 1970, - v. 3, p.p. 103-125 .

Olds , R.J.. "Atlas de Microbiología". Trad. Emilio Yero Portuondo. 1a. ed., España, Editorial Científica Médica, 1982, 287 p.

Pelczar, J. Michael Jr., Reid, Roger D., Chan, E.C.S. . "Microbiología". Trad(s). Antonio Capella Bustos y Jorge Tay Zavala. 4ª ed., México, --- Mc Graw-Hill, 1982. p.p. 14, 363-408.

Tappi testing procedures, technical Asoc. of the pulp and paper industry. "Tappi Useful Methods". U.S.A., 1976. T-620ts55, T-631os57 .

Young-Bandala, Linda and Michael Boho. An innovative method for monitoring microbiological deposits in pulp and paper mills". in: Microbiological control in: Tappi Journal, 70(1): 68-71. 1987 .

LISTA DE FIGURAS

- Figura N<sup>o</sup> 1 .- Diagrama de proceso de una planta destintadora de papel periódico... p. 7
- Figura N<sup>o</sup> 2 .- Secuencia para el análisis de muestreo p.14
- Figura N<sup>o</sup> 3 .- Gráfica de disminución de tiempo muerto de acuerdo a la dosificación y microbiciida utilizado p.25

LISTA DE TABLAS

- Tabla N<sup>o</sup> 1 .- Resultados de la identificación de bacterias y hongos en el proceso de destintado de papel periódico p.18
- Tabla N<sup>o</sup> 2 .- Valores de crecimiento de microorganismos p.20
- Tabla N<sup>o</sup> 3 .- Microbiciidas evaluados p.22
- Tabla N<sup>o</sup> 4 .- Disminución de tiempo muerto de acuerdo a la dosificación y microbiciida utilizado p.24

