

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



SOLUCION AL PROBLEMA DE CONTAMINACION
POR AGUAS RESIDUALES EN UNA FABRICA
DE PAPEL DESTINTADO: RIEGO AGRICOLA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A N

GRACIELA ALEJANDRA TORRES GONZALEZ

MARIA ISABEL RODRIGUEZ CEBALLOS

M-23767



MEXICO D. F.,

DEPTO. DE EXAMENES Y 1980
EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

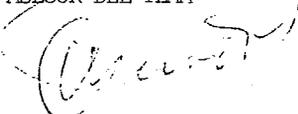
JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE PROF. ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
VOCAL " JORGE SPAMER GARCIA CONDE
SECRETARIO " EDGAR SINGLER ANDRADE
1er. SUPLENTE " JORGE A. CASTAÑARES ALCALA
2o. SUPLENTE " LIN MORENO AÑORVE

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: PRODUCTORA NACIONAL DE PAPEL
DESTENTADO, S.A. DE C.V.

LOCALIZACION: EJIDO "SAN MIGUEL". MPIO. VILLA
DE REYES, SAN LUIS POTOSI.

ASESOR DEL TEMA

ING. ADALBERTO TIRADO A.

SUPERVISOR TECNICO

DR. RAMON FERNANDEZ R.

SUSTENTANTE

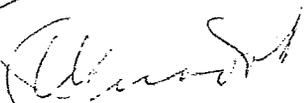
GRACIELA A. TORRES G.

JURADO ASIGNADO:

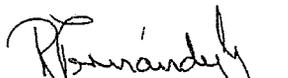
PRESIDENTE PROF. ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
VOCAL " JORGE SPAMER GARCIA CONDE
SECRETARIO " EDGAR SINGLER ANDRADE
1er. SUPLENTE " JORGE A. CASTAÑARES ALCALA
2o. SUPLENTE " LIN MORENO AÑORVE

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: PRODUCTORA NACIONAL DE PAPEL
DESTINADO, S.A. DE C.V.
LOCALIZACION: EJIDO "SAN MIGUEL". MPIO. VILLA
DE REYES, SAN LUIS POTOSI.

ASESOR DEL TEMA


ING. ADALBERTO TIRADO A.

SUPERVISOR TECNICO


DR. RAMON FERNANDEZ G.

SUSTENTANTE


MA. ~~ISABEL~~ RODRIGUEZ C.

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

A MI PADRE POR LA FUERZA QUE DIO A MI ESPIRITU.

A MI MADRE POR SU EJEMPLO Y POR SU CONFIANZA EN MI.

A MIS HERMANOS.

A MIS PARIENTES.

A MIS AMIGOS, POR EL CARIÑO Y ESTIMULO QUE ME HAN BRINDADO.

A MI ESCUELA, A MI UNIVERSIDAD Y A MIS MAESTROS.

RECONOCIMIENTO

La realización de este trabajo es el resultado de la conjunción de esfuerzos de muchas personas, no sabremos reconocer bastante la ayuda que hemos recibido, durante todo el tiempo en que se llevaron a cabo las diferentes fases de la experimentación.

El interés y apoyo que recibimos de los señores Lic. José de Jesús Taladrid, Director General de PRONAPADE, Lic. Andrés Mares Vélez, Ex-Director de PRONAPADE, Ing. Manuel Niño de Rivera Herrero, Ex-Subdirector de Operaciones de PRONAPADE, Sr. John Rich, miembro del Consejo de Administración de PRONAPADE, Sr. Frank W. Lorey, Director Técnico de Media General Corp., Sr. Gustavo Valdez, Representante de Media General Corp., en México, merecen nuestro agradecimiento.

A las autoridades agropecuarias y sanitarias de quienes recibimos comprensión, deseamos manifestarles nuestro reconocimiento, en especial al Dr. Jorge Aguirre, Director de Ordenación y Protección Ecológica de la S.A.R.H., al Ing. Jorge Gastelum Ramos, Subdirector de Normas y Vigilancia de la Dirección de Ordenación y Protección Ecológica, al Ing. Jorge Quintero García, Representante General de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el Estado de San Luis Potosí, al Ing. Jorge Serment Goñi, Residente de Asistencia Técnica de la S.A.R.H., en Villa de Reyes, S.L.P.

A las autoridades y ejidatarios del "Rosario" agradecemos su cooperación, confianza y ayuda que siempre nos manifestaron y que nos permitió enfrentar con el ánimo tranquilo, -y anteponiendo la verdad-, todas las situaciones derivadas del riego comercial con aguas residuales y de la ingestión del agua por el ganado; en especial al Sr. Pedro Martínez, Presidente del Comisariado Ejidal del Rosario, Mpio. de Villa de Reyes, S.L.P., al Sr. Andrés Molina M., ex-presidente del Comisariado Ejidal, a Don Francisco Molina, y a todos los

ejidatarios que nos manifestaron su afecto y con los que compartimos esperanzas e ilusiones.

En la parte técnica colaboraron: El Ing. Pablo Aldrett Cruz, quien fungió como coordinador de los trabajos hasta 1975. La Sra. M.S. Joan Brodowsky - quién como Consejero Técnico de Infotec - Conacyt, tuvo a su cargo la revisión y búsqueda de la información bibliográfica.

El M.V.Z. Conrado González del Laboratorio de Patología Animal de San Felipe Gto., quien se encargó del muestreo y análisis de orina, sangre y copro del experimento con conejos y procuró los análisis toxicológicos e histopatológicos en los laboratorios centrales.

El Biólogo Pesquero Santiago Rocha del Centro de Reproducción Piscícola de Jaral de Berrio Gto., quien colaboró en la realización de los monitoreos físico-químicos y biológicos de la Presa Valentín Gama.

El Dr. Alejandro Martínez Uribe quien realizó las necropsias de los conejos.

Muy poco se hubiera logrado sin el celo que todo el personal de la planta de Pronapade, puso en el control de las descargas de aguas residuales pues comprendieron que su responsabilidad trasciende más allá de los límites de la fábrica.

Cuando aunado a un profundo conocimiento técnico y científico, se encuentra una gran calidad humana y un gran dinamismo, el hombre que esto posea es merecedor de nuestra admiración y respeto y esto es lo que deseamos patentizar al Dr. Ramón Fernández González, Decano del Colegio de Postgraduados de Chapingo, en la Rama de Riego y Drenaje, Director del Bufete Consultor Agropecuario y Director de Campo de Fertilizantes Mexicanos, quien dirigió los trabajos agrícolas de campo, auxiliado en la ejecución por la valiosa ayu-

da del Ing. Oscar Posadas. Las ideas del Dr. Fernández, nos guiaron también, en el experimento con conejos y peces.

A todos nuestro profundo agradecimiento por habernos permitido vivir una etapa inolvidable de nuestra vida profesional.

I N D I C E

DEDICATORIA.....	3
RECONOCIMIENTO.....	4
INDICE.....	7
INTRODUCCION.....	13

PRIMERA UNIDAD

CONSIDERACIONES BASICAS.....	16
CAPITULO I.....	19

La Actividad Humana y la Degradación de la Ecósfera

I.A. El Aire.....	19
I.A.I. Contaminantes del Aire	
I.B. El Agua.....	27
I.B.I. Contaminación Química del Agua	
Orgánica.- Proteínas, grasas, jabones carbohidratos, resinas, hules carbón, petróleo, coloran- tes, detergentes.	
Inorgánica.- Acidos, álcalis, sales de metales pesados y sales - solubles.	
I.B.2. Contaminación Física del Agua	
Color	
Turbiedad	
Materiales Suspendidos	
Temperatura	
Espuma	
Radiactividad	
I.B.3. Contaminación Fisiológica del Agua	
I.B.4. Contaminación Biológica del Agua	
I.C. Suelo.....	40
I.C.1. Degeneración Física	
I.C.2. Degeneración Química y Biótica	

CAPITULO II.....56

La Ecología y la Industria

II.A. Industrias Contaminantes del Aire.....57

II.A.i Industria del Acero

II.A.ii Industria Química

Acido Sulfúrico

Acido Nítrico

Acido Fosfórico

Acido Clorhídrico

Dióxido de Azufre

Acido Sulfhídrico

II.B. Industrias Contaminantes del Agua.....66

II.B.i Industria de los Alimentos

- Conservas Alimenticias

- Residuos de Aves

- Envasado de Alimentos

II.B.ii Industria de la Galvanotecnia

II.C. Industrias Contaminantes del Suelo.....75

SEGUNDA UNIDAD

CAPITULO III.....77

La Industria del Papel y sus Aguas Residuales

III.A. Consideraciones Básicas.....77

III.B. Procesos Físicos y Químicos Involucrados en la Obtención de Pulpa, -
Celulosa y Papel.....78

III.B.1 Pasta Mecánica

III.B.2 Pulpa al Sulfato o Kraft

III.B.3 Pulpas de Sulfito

III.B.4 Pulpas Semiquímicas

III.B.5 Pasta termomecánica

III.B.6 Pasta de Papel Destintado

III.B.7 Fabricación del papel

a.i. Papeles que se fabrican con aditivos en la masa.

- a.ii Papeles que reciben tratamiento en Size Press
- a.iii Papeles sin ningún tratamiento
 - b) Abastecimiento de Aguas
 - c) Disposición de Aguas Residuales

TERCERA UNIDAD

Uso del efluente de una fábrica de papel destintado en Agricultura
Metodología y resultados de la investigación realizada.

CAPITULO IV.....95

Primera Fase

IV.A. Antecedentes.....95

IV.B. Revisión Bibliográfica.....96

IV.B.1. Resumen de la Revisión Bibliográfica

IV.B.1.1. Tratamiento de Efluentes de fábricas de papel destintado.

Sedimentación Primaria: Sedimentación planar, clarificación por flujo ascendente, coagulación química.

Tratamiento Biológico: Sedimentación activada, aereación en estanques o lagunas de oxidación, filtros de escurrimiento y riego por aspersión.

Manejo de Lodos

IV.B.1.2. Características de los efluentes de un proceso de destintado.

IV.B.1.3. Riego de cultivos con efluentes tratados y sin tratar

- Propiedades del suelo de importancia en riego.

Suelos salinos
Suelos sódico-salinos
Suelos sódicos

- Índices para definir la calidad del agua de riego Conductividad Eléctrica.- Salinidad efectiva, salinidad potencial, relación de adsorción de sodio, carbonato de sodio residual, porcentaje de sodio posible.
- Manejo de suelos y aguas en zonas semiáridas respecto a la salinidad y sodicidad.
- Problemas que presenta el desarrollo de los cultivos en suelos salinos y sódicos.
- Problemas esperados con los sólidos depositados sobre el suelo.

IV.B.1.4. Conclusiones de la Revisión Bibliográfica

IV.C. Estudio edáfico y climático del área ejidal susceptible de usar el efluente en riego agrícola.....	131
IV.C.1. Descripción geográfica	
IV.C.2. Vegetación	
IV.C.3. Clima: Temperatura, precipitación	
IV.C.4. Suelos	
IV.C.5. Aguas de riego y geohidrología	
IV.C.6. Conclusiones	
IV.D. Experimentos iniciales.....	137

Segunda Fase

CAPITULO V. Experimentos Agrícolas	139
V.A. Características del lote experimental.....	139
V.A.a. Suelos	
V.A.b. Aguas	
V.A.c. Diseño Experimental	
V.B. Trabajos efectuados.....	149
V.C. Resultados.....	151
V.C.1. Maíz	
V.C.2. Frijol	
V.C.3. Cultivos de introducción	

V.C.4. Cultivos comerciales	
V.C.5. Suelos	
V.C.6. Análisis de hojas y frutos	
V.C.7. Conclusiones	
V.D. Descomposición de la celulosa.....	167
V.D.1. Mecanismos de descomposición y organismos responsables	
V.D.2. Diseño del experimento	
V.D.3. Descripción del experimento	
V.D.4. Metodología de evaluación del grado de descomposición	
- Por ciento de solubilidad	
- Por ciento de absorción de humedad	
- Determinación del por ciento de cenizas	
- Determinación de dureza	
- Coloración	
- Penetrabilidad	
V.D.5. Resultados y discusión	
V.D.6. Conclusiones	

Tercera Fase

CAPITULO VI. Experimentos con roedores y peces.....	185
VI.A. Experimento con conejos.....	187
VI.A.1. Diseño del experimento	
VI.A.2. Posibles problemas esperados en el experimento con conejos	
VI.A.3. Resultados	
VI.A.3.1. Toxicología	
VI.A.3.2. Biometría Hemática	
VI.A.3.3. Uroanálisis	
VI.A.3.4. Análisis coproparasitológico	
VI.A.3.5. Análisis histopatológico	
VI.A.3.6. Parámetros de Control	
a) No. de crias destetadas	
b) Días de gestación	
c) Porcentaje de machos al destete	
d) Incremento promedio en peso antes del destete	
e) Porcentaje de crias que nacieron muertas	

- f) Porcentaje de crías que murieron después de nacer
- g) Peso de adultos al inicio y al final del experimento

VI.A.4. Conclusiones

VI.B. Experimentos con peces.....214

VI.B.1. Experimento con peces cautivos

VI.B.2. Monitores en la Presa Valentín Gama

VI.B.3. Resultado de los monitores

- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Conductividad eléctrica
- PH
- Alcalinidad
- Cloruros
- Rendimientos pesqueros

VI.B.4. Conclusiones

Recomendaciones.....231

Apéndice.....232

Bibliografía.....285

INTRODUCCION.

En 1974 se inició la construcción de lo que sería Productora Nacional de Papel Destintado, S.A. de C.V. en terrenos expropiados al Ejido San Miguel en el Mpio. de Villa de Reyes, S.L.P., a 53 Km. al S.W. de la capital del estado.

Habiendo convergido factores decisivos para la ubicación en esa área como: mantos acuíferos termales de importancia que de acuerdo a los estudios hidrológicos aseguraban cubrir la demanda de la planta; y áreas agrícolas susceptibles de aprovechar las aguas residuales en riego de cultivos, se hizo necesario investigar la viabilidad de este proyecto.

El proceso usado en esta planta sería de destintado por lavado, usando como materia prima fibrosa 100% periódicos impresos y el producto terminado sería papel para impresión de periódicos. Los estudios realizados comprendieron:

- a) Revisión Bibliográfica, la que abarcó de 1947-1974, sobre usos de efluentes de fábricas de papel destintado en riego agrícola. Que posteriormente se fué actualizando.
- b) Análisis físico-químico de aguas residuales procedentes de una planta gemela de la de San Luis Potosí, que se encuentra en Pomona, Cal.
- c) Establecimiento de cajetes experimentales regados con agua de b), en los que se sembraron alfalfa, cultivo de riego común en la zona.
- d) Estudio edáfico y climático de las áreas cercanas a la planta susceptibles de aprovechar el efluente.
- e) Estudios agrológicos sobre la viabilidad de aprovechar el efluente.

- f) Establecimiento de parcelas experimentales en terrenos de la planta con maíz y frijol, regadas con aguas residuales, al inicio de operaciones (Junio 1976).
- g) Establecimiento de cultivos para los ciclos primavera-verano, e invierno, además de introducción de nuevos cultivos, en el área experimental.
- h) Monitoreos de suelos y cultivos para detectar y/o prevenir problemas de salinidad y/o sodicidad en los suelos, o acumulación de elementos tóxicos en las plantas.
- i) Evaluación de la descomposición de la celulosa en el suelo.
- j) Evaluación de la inocuidad o toxicidad de las aguas residuales, al ser ingeridas por animales.
- k) Alteraciones fisico-químicas y biológicas presentadas por un cuerpo receptor al recibir en su seno las aguas residuales.

Estos estudios fueron realizados durante cinco años (1975-1979) y se continúan. El presente trabajo es un reporte de cada uno de los estudios y sus resultados. Existen muchos puntos por estudiar, mucha información que se debe completar o complementar. Los resultados no son definitivos y por lo tanto deben tomarse con reservas, aún cuando estadísticamente sean favorables, el período de tiempo que se abarca es corto para un estudio de esta naturaleza.

Los resultados obtenidos en las parcelas se han visto corroborados en los terrenos del Ejido el Rosario aledaños a la planta, en el que se riegan po-

co más de 200 Has. con estas aguas. Ha habido necesidad de modificar algunas técnicas agrícolas tradicionales que abarcan desde métodos de siembra - hasta preparación del terreno.

Se hicieron modificaciones en los productos químicos utilizados en el proceso de destintado, buscando disminuir el contenido de sodio del efluente y - alterar favorablemente la relación C/N/P, para acelerar la descomposición - de la celulosa.

En el trabajo escrito se ha dado una gran importancia a la Ecología y a la Preservación del ambiente porque es en este campo de la ciencia en donde se obtiene la fuerza que permite realizar las más arduas y difíciles tareas.

El convencimiento de la inalterabilidad de las leyes naturales, obliga al - hombre a adaptar su actividad al medio y asegurar así la supervivencia de - su especie.

CONSIDERACIONES BASICAS.

Desde hace aproximadamente 20 años el hombre de la calle incorporó a su lenguaje diario la palabra CONTAMINACION y poco tiempo después la palabra POLUCION, para designar una serie de situaciones poco conocidas por él pero que tenían algo de ominoso e incierto. En los medios científicos surgieron voces de alerta: algo estaba pasando que obligó a pensar y actuar incluso a los políticos.

El término contaminación ha sido definido como el acto de contaminar o impurificar, se designa también con éste término la condición de algo viciado, impuro o sucio.(1) El aire, el agua y la tierra han sido contaminados de muy diversas maneras, es decir, han sido alteradas sus características originales a causa de dos factores: la actividad humana y la propia naturaleza.

La actividad de todo ser viviente implica transformaciones en su habitat, así el venado que traza senderos, el ganado que padece en los campos, el águila que se lanza al vacío buscando su presa, y el hombre que traza carreteras, construye presas, genera energía, labra la tierra, etc., todos modifican la ecología. Esta última tiene capacidad para regenerarse en algunos casos, con la condición de que la magnitud del daño no sea grande. Cuanto mayor sea la población, los daños causados por los individuos al medio superarán cualquier esfuerzo natural de restablecimiento, y no olvidemos que el hombre se impuso a todos los animales y que se ha convertido en el principal depredador y destructor.

Estamos viviendo una época de gran trascendencia para el futuro de la humanidad, poco a poco la terrible realidad de un mundo contaminado e inhóspito se yergue frente a nosotros, la información sobre catástrofes ecológicas en todos los países llegan hasta nosotros, no siempre con criterio objetivo. Los hombres de

ciencia se han hecho cargo de su responsabilidad y se han enfrentado a intereses económicos y políticos muy poderosos para tratar de frenar aquellas actividades que rompen el equilibrio de la naturaleza, que atentan en contra de la vida y que empleando la ciencia y tecnología hacen caso omiso de toda ética ó tal vez por ignorancia olvidan que nuestra generación no será la última.

El hombre ha orientado todo su esfuerzo a la producción de satisfactores que le hagan más fácil y cómoda la vida. La humanidad ha dedicado a sus mejores hombres a la consecución de bienes de consumo que hagan más placentera la vida.

El hombre no camina, porque debe recorrer grandes distancias y de hacerlo a pie, no le quedaría tiempo para nada más, para eso está el automóvil que lo traslada en forma rápida; así pues la industria del automóvil es necesaria. El automóvil impulsado por un motor de combustión interna que utiliza un combustible fósil, genera gases que se han convertido en el mayor problema de contaminación del aire, y el hombre lo sabe. Los técnicos han realizado innovaciones de modo que la contaminación del aire causada por los automóviles sea abatida, pero esto implica un costo que habrá de repercutirse al valor del automóvil, y esto no agrada al consumidor, que en lo último que piensa es en la humanidad. Si hay millones de automóviles, que puede significar uno más. ¡EL SUYO!

La ciencia y la técnica no fueron utilizadas desde el principio para no contaminar, fueron puestas al servicio de la producción. Actualmente la situación se ha modificado y se busca no solo evitar la contaminación sino remediarla, a despecho de los reacios, de los ignorantes y de los necios.

El desarrollo por otra parte, no puede detenerse y para evitar ó reducir la contaminación se tienen pocas bases por lo que resulta necesario que paralelamente a los nuevos proyectos, la prevención de la contaminación sea una parte integrante de las actividades.

La contaminación se ha estudiado en lo relativo a sus efectos sobre el aire, el agua y el suelo.

CAPITULO I

LA ACTIVIDAD HUMANA Y LA DEGRADACION DE LA ECOSFERA.

I.- A) El Aire.- Cuando el hombre descubrió el fuego empezó a contaminar la atmósfera. Usó el fuego para cocinar su comida, para protegerse del frío y de las bestias, después en calefacción y para generar energía eléctrica. A medida que la civilización avanzaba la actividad del hombre se complicaba y su actividad contaminadora se multiplicaba.

Es sin embargo, la combustión la fuente más importante de contaminación de nuestra atmósfera. La combustión en todas sus modalidades: fogatas, calderas para producir vapor usando gas o combustibles fósiles, explosión controlada de gasolina en los cilindros de los coches; cualquiera de estas formas produce deshechos que al no controlarse van al aire, a través de las chimeneas o de tubos de escape o en forma directa.

Cuando el humo provenía de una fogata al quemar leña, posiblemente el hombre primitivo sintiera ardor en los ojos o tosiera, cuando el humo se generaba en muchas fogatas de aquella sociedad primitiva es posible que alrededor de ese asentamiento disminuyera la visibilidad, pero solamente cuando un grupo de gentes, numeroso, empezaron a vivir en un pequeño territorio y a quemar carbón conteniendo azufre, la situación empezó a ser preocupante. En el Siglo XII en Inglaterra empezaron a quemar el "carbón de mar", - hulla-, y en 1273 tantos

londinenses quemaban hulla, que el rey trató de impedir su uso, porque el humo se hizo muy desagradable. En 1542 Juan Cabrillo llegó al lugar donde actualmente está la Ciudad de Los Angeles y le dió el nombre de Bahía de los Humos, por la bruma que cubría el campo y que procedía de los humos, de las fogatas de los aborígenes, este humo quedaba atrapado por el mismo fenómeno que ahora causa el "smog" (smoke - fog). En la Patagonia, Don Fernando de Magallanes bautizó la llamada Tierra del Fuego, impresionado por la gran cantidad de hogueras que los indios encendían en sus chozas para calentarse (2).

Debido a la Revolución Industrial, en Inglaterra a principios del siglo XIX la contaminación llegó a ser problema. Sin embargo como ahora, las chimeneas se erigieron en monumentos del "Progreso". En 1952 murieron en Londres aproximadamente 4000 personas a causa de un período excepcionalmente difícil de niebla y contaminación del aire. En Nueva York en 1963 murieron 400 personas a causa del aire viciado, en Tokio, Los Angeles y la Ciudad de México entre otras ciudades se han registrado casos de envenenamiento por aire contaminado.

En ciudades como Los Angeles los ciudadanos y las autoridades se han avocado a la lucha por aire limpio, se han promulgado leyes que prohíben desde quemar basura al aire libre, y utilizar incineradores que no cumplen con los requisitos necesarios para asegurar una combustión completa,

hasta hacer obligatorio para los fabricantes de automóviles dotar a todas las unidades que salgan de sus fábricas con dispositivos que disminuyan la contaminación. Se han establecido límites para las emisiones y controlado las mismas, gases y polvos, en este sentido se ha obligado a las industrias del cemento, petroquímicas, pulpa, etc., a que instalen equipos que eviten la emisión de polvos y gases contaminantes. Sin embargo a pesar de los logros tan importantes que se han tenido en este terreno, se ha llegado a la conclusión que no es la industria la que más contamina, sino que son los automóviles, y para llegar a tener solo automóviles no contaminadores se requeriría de una inversión muy cuantiosa por parte de los propietarios para colocar en sus unidades todos los dispositivos que eviten la emisión de hidrocarburos, polvos y gases a la atmósfera ó usar automóviles eléctricos, los cuales no han sido diseñados para su uso rutinario.

Se tiene que tomar en cuenta que el aire no permanece estacionario sobre un sitio sino que sigue trayectorias que dependen del efecto calefactor del sol, de la rotación de la tierra y de la fricción de la atmósfera y de la tierra en rotación, por lo que no sólo una ciudad se ve afectada por los contaminantes que arroja a su atmósfera sino que es a fin de cuentas todo el mundo, y desafortunadamente no todos los países están en condiciones de poder enfrentar el problema, por los costos que esto implicaría.

I.- A.1.- Contaminantes del aire.- Estos contaminantes son de dos tipos: gases y partículas líquidas o sólidas. Los gases son monóxido de carbono y dióxido de azufre que provienen básicamente de la combustión. El monóxido de carbono se forma en las combustiones incompletas, es

un gas incoloro, inodoro e insípido. Este gas al ser inhalado por los pulmones y al llegar a la sangre reacciona con la hemoglobina, con la que tiene 210 veces más afinidad que el oxígeno formando carboxihemoglobina la cual no proporciona a las células el oxígeno necesario para que éstas realicen las funciones vitales, y dependiendo de la concentración en la que se encuentre el CO puede ocasionar incluso la muerte (3). A este gas se deben malestares como las cefaleas y el agotamiento excesivo en las personas que viven en áreas muy contaminadas.

El SO_2 proviene de la combustión de combustibles fósiles, pues el azufre se encuentra en casi todos los combustibles de este tipo, en forma natural. Se han desarrollado técnicas para separar este azufre de los combustibles y evitar que al quemarse se genere el dióxido de azufre, sin embargo los petróleos de productores como México contienen niveles de este elemento hasta del orden de 5%, y para conseguir combustibles con bajos niveles partiendo de esta materia prima, se requieren equipos y procesos costosos, y en ningún momento se tendrá un combustible exento de este "contaminante". El SO_2 en condiciones especiales de reacción forma el SO_3 , y éste en contacto con el agua, el H_2SO_4 . El SO_2 es el causante directo o indirecto de la corrosión cada vez mayor que presentan los materiales de origen calizo de las construcciones, del ataque a los tejados metálicos, para estos últimos se ha llegado a determinar que en París duraban 20 años y actualmente solo 5.

Puesto que todas las industrias descargan sus gases residuales a la

atmósfera en mayor o menor proporción, esta debe contenerlos en distintas concentraciones, desde trazas que pueden ser "INOCUAS" hasta concentraciones letales. En este punto se pueden mencionar los óxidos del nitrógeno, el cianuro de hidrógeno, el ácido sulfhídrico entre otros.

En el aire, y también liberados por el accionamiento de los automóviles, se encuentran los siguientes materiales: aldehídos, óxidos de nitrógeno, ácidos orgánicos, ácido sulfúrico, vapor de agua, compuestos halogenados de plomo, fosfato de plomo, óxidos de plomo, partículas de asbesto provenientes de los equipos de frenos y vapores de -- hidrocarburos.

Los contaminantes de los automóviles proceden del cárter, del carburador, del depósito de la gasolina y del tubo de escape. En el carburador se mezcla un poco de gasolina con una gran cantidad de aire - y estos vapores se envían a los cilindros; en los cilindros los gases se comprimen por los pistones y explotan con las chispas de las bujías.

El carburador y el depósito de la gasolina tienen aberturas de seguridad para evitar que la presión suba demasiado al evaporarse la gasolina, por estas aberturas la cantidad de gasolina que se escapa estando el motor en marcha, es pequeña, pero al pararlo, se detiene el ventilador de enfriamiento, se retiene el calor, se evapora la gasolina - principalmente por el carburador. Esta pérdida es del orden del 15% de las pérdidas totales. En el cárter se encuentra el aceite que lubrica el cigüeñal. Debido a la presión tan alta que ejercen los pistones sobre la gasolina en los cilindros, algunos vapores se escapan

por los pistones hacia el cárter y de allí se desprenden al aire. Esta pérdida es del orden del 20% del total. El 65% restante se expulsa por el tubo del escape, este residuo es lo que queda después de - que la mezcla de aire y gasolina explota. (2)

La industria automotriz ha estado incorporando a las nuevas unidades dispositivos que abaten las pérdidas de hidrocarburos, reciclándolas al sistema de combustión.

Los gases contaminantes del aire que provienen en su mayor parte de la combustión de productos derivados del petróleo, reaccionan fotoquímicamente en la atmósfera. La radiación solar ultravioleta inicia una serie de reacciones atmosféricas entre los óxidos del nitrógeno - y las sustancias orgánicas fotoquímicamente reactivas, tales como - las olefinas, hidrocarburos y aldehídos. La velocidad de formación de los contaminantes fotoquímicos del aire, está regulada por la intensidad de la luz solar y las concentraciones de las sustancias atmosféricas reaccionantes. A su vez estas concentraciones están determinadas por la velocidad de formación y por factores meteorológicos - que controlan su acumulación. Estos mismos factores meteorológicos, tales como baja velocidad del viento y estabilidad vertical, tienen un papel muy importante en el grado de acumulación de los contaminantes del aire en la atmósfera de una determinada región. También la temperatura es importante. Los compuestos de azufre intervienen en - las reacciones fotoquímicas y producen aerosoles que contribuyen a la formación de bruma. Los fluoruros no intervienen en estos procesos. La contaminación fotoquímica se presenta en lugares donde persisten - condiciones de alta intensidad de luz solar y temperaturas elevadas -

todo el año.

En el complejo fotoquímico del humo-niebla (smog) los oxidantes fotoquímicos son sus principales componentes. Diversos investigadores - han identificado el ozono como el principal compuesto oxidante producido en la formación de la contaminación fotoquímica. También se han identificado y sintetizado un grupo de compuestos orgánicos peroxídicos del nitrógeno, los llamados nitratos de peroxiacilo (compuestos PAN), y se demostró que estos compuestos son responsables de un tipo característico de lesiones en las plantas.

Una de las primeras manifestaciones de la contaminación fotoquímica, es la forma peculiar en que las plantas llegan a presentar lesiones como: manchas plateadas o bronceadas y efectos de listado especialmente en las superficies inferiores de las hojas. En el Sur de California estas lesiones han venido siendo más severas y se estima que las pérdidas para granjeros y agricultores han sido de muchos millones de dólares, entre otras plantas que han presentado estas lesiones se encuentran: avena, alfalfa, lechuga romana, espinaca y remolachas. Son especialmente sensibles el pasto azul anual y algunas variedades de frijol. Se han presentado lesiones causadas por el ozono en hojas de vid y tabaco.

Se han descrito cuatro clases de efectos causados por oxidantes fotoquímicos en sustratos vegetales, los cuales resultan muy útiles para los criterios de calidad del aire: 1) interferencias con los sistemas enzimáticos; 2) cambios en los constituyentes químicos y en la estructura física de la célula; 3) demora del crecimiento y disminu-

ción de la reproducción, debido a alteraciones del metabolismo; 4) - degeneración aguda e inmediata de los tejidos. Todos estos cambios son irreversibles. (4)

Las atmósferas urbanas pueden quedar contaminadas con insecticidas - provenientes de tres distintos orígenes: 1) de áreas agrícolas cercanas en las cuales se apliquen grandes cantidades de insecticidas a las cosechas o a la vegetación, y que puedan transportarse en forma de polvo o gotas atomizadas; 2) de aplicaciones locales para el control de insectos, y 3) de plantas industriales que fabriquen los productos químicos básicos para el control de plagas, o de instalaciones dedicadas a preparar y mezclar los diversos ingredientes para la distribución a los usuarios. (5)

En la Ciudad de México como en algunas otras ciudades del mundo la atmósfera presenta grandes cantidades de polvo en suspensión, que -- arrastrados por el viento de áreas desecadas o desforestadas, cubren - zonas de gran densidad de población.

Se ha concluido que la exposición del ser humano a todos los contaminantes del aire ya mencionados, le provoca una gran diversidad de trastornos y que pueden resultar mortales y no siempre de aparición inmediata. En ciudades como Los Angeles o Londres, los médicos recomiendan a sus pacientes de enfermedades respiratorias que cambien de lugar de residencia y que salgan de las áreas de aire contaminando, consiguiendo alivio o mejoría en los enfermos.

El aire es vital para el ser humano, es su fuente de oxígeno, el hombre promedio requiere hacer circular por sus pulmones alrededor de --

14,000 litros diarios de aire. El hombre puede dejar de comer por semanas, dejar de beber por días, pero no puede dejar de respirar - por más de cinco minutos. El hombre ha manejado a la atmósfera como un basurero arrastrado por el viento. Si bien es cierto que hay contaminantes que proceden de fuentes naturales: partículas de una tormenta de arena, gases y cenizas de la erupción de un volcán o - incendio forestal, y que la atmósfera no está inmóvil y que puede - por lo tanto llevarse muchos desperdicios; no tiene capacidad para deshacerse de tanta suciedad.

En la actualidad el hombre tiene como reto importante encontrar la - tecnología capaz de mantener el aire limpio que permita subsistir a las futuras generaciones.

I.B) AGUA.- El hombre cazador dejó de serlo al dedicarse a la agricultura, y se asentó a la orilla de lagos o ríos, poco a poco las comunidades hu - manas se fueron haciendo cada vez más numerosas y aquellas aguas empe - zaron a recibir en su seno detritus y suciedad, que las formas de vida fluvial utilizaron como alimento. Estos organismos se constituyeron en parte el sistema digestivo del río manteniendo el agua limpia y - pura; pero la basura alcanzó niveles excesivos y muchos de los seres - benéficos perecieron y otros menos deseables proliferaron; el río ya no puede limpiarse a sí mismo.

El ciclo vital de un río comienza con las bacterias que consumen casi todo lo que corrompe el agua; para digerir los desechos utilizan oxí - geno y lo "quitan" a otros seres vivos. Las algas reponen el oxíge - no consumido. Este equilibrio de oxígeno es muy importante.

Las algas y bacterias son controladas por los protozoarios que devoran bacterias, los insectos acuáticos, caracoles y otros invertebrados inferiores se alimentan de algas, hongos y bacterias; los peces pequeños comen insectos y caracoles y a su vez son comidos por otros peces. (6)

En la cadena alimenticia del río cada uno de los eslabones es responsable del equilibrio, partiendo de la base de que la proporción necesaria para la existencia de un peldaño de la pirámide son 10 organismos en el peldaño inmediato inferior. (7)

Los ríos contaminados aguas arriba, proporcionaban sus aguas a los -- hombres de asentamientos corriente abajo, los que además de consumir a gua sucia, la contaminaban todavía más. Así llegamos hasta este día en que los ríos de casi todo el mundo se encuentran en diferentes niveles de contaminación. Entre otros ríos: El Támesis en Londres, el Rhin, el Hooghly, el Jordán, el Missisipi, casi todos los ríos de Iberoamérica, siendo notables en México por su contaminación, el Río Blanco en Orizaba, el Pánuco, el Coatzacoalcos, el Lerma y el Papaloapan. Los grandes lagos del mundo se encuentran igualmente contaminados y cuanto mayor es su profundidad y capacidad más difícil es recuperarlos.

Algunas personas ignorantes, critican acerbamente a los ecologistas - que señalan mortandades de aves acuáticas y peces, con la tesis de que una gran cantidad de dinero se está destinando a tener peces en los ríos, cuando es más importante la educación y la salud de muchos niños del mundo. (8) Sin embargo olvidan que el hecho de que un pato aparezca muerto no es sino un foco de alarma, que señala una degeneración en un habitat que finalmente tendrá consecuencias trascendentales en todo

el ecosistema. Es decir, si los peces se mueren, este hecho nos avisa que ese medio no es precisamente el mejor para el hombre mismo. La limnología que estudia las características biológicas, físicas, químicas y meteorológicas del agua dulce, se ha convertido en una de las ciencias auxiliares más importantes del ecólogo. Este hombre junto con ictiólogos, bacteriólogos, zoólogos, especialistas en invertebrados inferiores (v.gr. caracoles y almejas), especialistas en protozoarios (la forma más primitiva de la vida animal) entomólogos especializados en insectos acuáticos, botánicos especializados en algas, etc., han contribuido en los últimos años a localizar adecuadamente nuevas industrias tomando como base la cantidad de desperdicios que pueden descargarse en las corrientes de agua, sin dañar la salud de sus habitantes acuáticos. Por otro lado han resuelto problemas de disposición de aguas de albañal. (6)

Los tipos de contaminación del agua son: químicos, físicos, fisiológicos y biológicos.

I.B-1. Contaminación química del agua.- Esta es de dos orígenes: orgánico e inorgánico.

Los materiales orgánicos incluyen compuestos tales como proteínas, grasas, jabones, carbohidratos, resinas, hules, carbón, petróleo, colorantes, detergentes sintéticos, entre otros.

Las proteínas aparecen en las aguas del drenaje doméstico, de las fábricas de productos lácteos, empacadoras, rastros o mataderos, curtiduría y otras instalaciones. La demanda bioquímica de oxígeno de estas aguas, el desarrollo de organismos infecciosos que propician y las e-

manaciones objetables, son los principales efectos contaminantes de las proteínas.

Las grasas se presentan en las aguas de deshecho doméstico y en los efluentes de diversas industrias, tales como procesadoras de lana, la vanderías, producción de jabón y procesamiento de alimentos.

Los jabones están presentes en las aguas de deshecho y en el cieno de las mismas, en los desperdicios de las plantas textiles y de las lavanderías. Los jabones constituyen uno de los principales grupos de agentes humectantes y, por lo tanto pueden causar estragos en la capacidad de flotación y de aislamiento del pelaje y del plumaje de los mamíferos semiacuáticos y de las aves.

Entre los carbohidratos se incluyen los azúcares simples, así como los más complejos, y están ampliamente distribuidos en todos los tipos de organismos. Existen en las aguas de deshecho; en los desperdicios de las fábricas textiles y en los de la fabricación del papel. Su principal efecto sobre la vida acuática es la demanda bioquímica de oxígeno y la coloración que imparten al agua.

Las resinas intervienen en la fabricación de pinturas, recubrimientos asfálticos para pisos, papel y textiles.

Por lo tanto pueden existir en los desperdicios de estas industrias.

El polvo de carbón puede estar presente en forma de partículas suspendidas en y sobre el agua. Al recubrir las superficies de la vegetación y de los huevos de los peces, impiden el crecimiento y otros procesos biológicos. (1)

Los restos de petróleo y aceites pueden contaminar una extensión de - agua, proviniendo de diferentes orígenes, entre los cuales están los barcos, las refinerías, los ductos, las industrias metálicas y los talleres mecánicos. Generalmente son más ligeros que el agua, flotan sobre esta, y causan daños a los animales que usan la superficie del -- agua. Por otra parte los aceites desengrasantes son emulsificables en agua, y pueden dañar a las formas de vida de esta o en el sustrato del fondo. Cuando por algún accidente los buques-tanque han derramado petróleo en los mares, los gobiernos hablan de limpiar las costas y el - agua de todo contaminante, así cuando en las costas francesas de la -- Mancha el petróleo procedente del Torrey Canyon, flotaba sobre el agua impulsada por los vientos, la Marina descargó sacos de aserrín sobre - las manchas de petróleo, éste se absorbía en el aserrín yéndose al fon- do del océano, el resultado fué asombroso, no quedó petróleo flotando, pero cuánto aserrín se necesitó para hundir 118,000 tons de petróleo - crudo (9). Se sabe que cada año se pierden en las aguas de 40 a 50 - millones de toneladas de petróleo y sus derivados, las cuales se pasean por las aguas de ríos y mares de todo el mundo, en donde se mantienen - en forma de una delgada película que impide el proceso de autodepura-- ción del agua.

Los alquitranes son materiales complejos que pueden contener hidrocarburos, fenoles, etc., debido a esto y otras sustancias que contienen, - los alquitranes son peligrosos para muchas formas de vida acuática, - tales como peces aves e invertebrados.

Los detergentes sintéticos se han venido utilizando en cantidades enormes a partir de la segunda guerra mundial. Son más tóxicos que los ja

bones, tanto en aguas duras como en blandas. Pues los jabones precipitan como sales cálcicas insolubles en el agua dura, y esto disminuye su toxicidad. (1)

Los materiales inorgánicos incluyen compuestos tales como ácidos y álcalis, sales de metales pesados, y sales solubles.

Los ácidos de tipo inorgánico aparecen frecuentemente en los desperdicios de minas, fábricas de productos químicos, acumuladores, hierro y cobre, y en las procesadoras de pulpa y papel. El daño causado se debe principalmente a la reducción del pH del agua o a la acción fisiológica directa sobre la vida acuática.

Los álcalis son arrojados por industrias químicas, textiles y de curtiduría, algunas veces sobre áreas lacustres. El efecto adverso de estas aguas proviene de un pH muy alto o de las consecuencias letales sobre los organismos acuáticos.

Las sales de metales pesados son dañinos a muchos animales así como a ciertas plantas, entre otros contaminantes se encuentran el plomo, mercurio, zinc, cobre, níquel, cadmio, etc.

Entre las sales solubles se incluyen bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, y fosfatos de calcio, sodio, fierro, potasio, magnesio, y manganeso. Estas sales se encuentran en las aguas de drenaje cuando se usa sal sobre los pavimentos en invierno, en los desperdicios de las fábricas de productos químicos, en los drenajes de las minas de sal y en los efluentes de ablandadores de agua.

I-B-2. Contaminación física del agua.- Existen varias clases de contaminación física: color, turbiedad, temperatura, materia suspendida, espuma y ra-

diactividad.

Hay una gran cantidad de materiales que imparten color al agua. El color puede cambiar las características de la luz solar que penetra a una cierta profundidad, causando inhibiciones al crecimiento vegetal, lo cual reduce indirectamente la abundancia animal.

Existen algunas fuentes naturales de color en el agua, tales como las manchas de color café que aparecen en los ríos que fluyen por tierras de origen turboso. Algunos efluentes y desperdicios industriales imparten color directamente, o bien lo producen cuando uno de los materiales que contienen interactúa con otros, o con los que están presentes en el agua natural. Los colorantes orgánicos son la fuente principal de este tipo de contaminación, pero también hay que considerar algunos minerales.

La turbiedad resulta de la erosión de los suelos, como fuente natural de degradación acuática. Una de las características de muchas aguas de desperdicio, tanto domésticas como industriales, es su falta de transparencia. Esto es causado en alto grado por la presencia de materiales muy finos suspendidos en el agua, por sustancias coloidales o por ambos.

Estos materiales pueden interferir con las actividades de recolección de los peces, invertebrados y otras formas de vida, por causa de la reducción de la visibilidad. Las sustancias sólidas llegan a depositarse sobre las branquias de peces, anfibios e invertebrados, afectando así su fisiología. También se reduce la penetración de la luz so-

lar, con el consiguiente resultado sobre el crecimiento vegetal. Además las partículas muy finas recubren las plantas acuáticas hasta el extremo de llegarlas a eliminar de su área. Esto no solo afecta a las propias plantas sino a los animales que dependen de ellas.

Las substancias que están en suspensión en el agua son una de las formas más comunes de contaminación. Se presentan en los desperdicios domésticos y en muchos efluentes industriales, pero el origen más común es natural, es la erosión de los suelos. Los materiales en suspensión pueden ser inorgánicos, orgánicos o mezclas de ambos.

Dependiendo de su naturaleza, las sustancias en suspensión pueden -- formar un lecho de aluvión en la corriente, recubrir los huevos de peces, crear emanaciones de putrefacción e incluso reventar los huevos con su peso.

La temperatura se considera un factor muy importante en la conservación de la calidad de agua. El agua caliente no solo contiene menos oxígeno disuelto que la fría, sino que las reacciones bioquímicas se verifican más rápidamente en agua caliente, resultando en un consumo más acelerado del oxígeno disuelto. Las principales fuentes de agua caliente son los efluentes de muchos tipos de industrias y de plantas generadoras de electricidad. Las especies de peces que son especialmente sensibles a los aumentos de temperatura del agua llegan a perecer. Los huevos de peces pueden afectarse por una elevación de temperatura. El calentamiento excesivo puede resultar también en crecimientos de hongos y de hierbas acuáticas nocivas.

Los fenómenos de formación de esduma se presentan en la simple incorpora

ción de mucho aire en el agua, como en las cascadas. Sin embargo la formación de espuma en las aguas se ha incrementado a partir de la segunda guerra mundial. Esto coincide con el incremento en el uso de detergentes sintéticos. Los detergentes sintéticos pueden causar la muerte de peces, aves y flora acuática. Las fuentes de contaminación por detergentes son muchas y bastante variadas, e incluyen orígenes domésticos e industriales.

La radiactividad natural siempre ha existido, pero no ha sido sino hasta los últimos 70 años que el género humano se ha dado cuenta cabal de la existencia de elementos radiactivos. Hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, no se conocían los efectos nocivos de naturaleza masiva que se le atribuyen hoy en día a la radiactividad. El incremento en el uso de isótopos radiactivos para investigaciones médicas, industriales y científicas en general, ha planteado serios problemas en la eliminación de los desperdicios. Además, el establecimiento y funcionamiento de plantas generadoras de energía eléctrica, ha introducido la posibilidad de contaminación de grandes áreas.

A partir de que se conocieron las causas de la muerte de los científicos que junto con los esposos Curie trabajaron en el Radio, cierta atmósfera de temor, rodeó todo lo que significara radiactividad. Cuando se construyó y detonó la primera bomba atómica en Alamogordo y se es tuvo frente a la posibilidad de una guerra con estas armas, la perspectiva resultó realmente aterradora, sin embargo toda previsión de su destrucción fué pequeña ante la magnitud de los desastres causados en Hiroshima y Nagasaki. Sin embargo los Estados Unidos y después todas las potencias capaces de construir estos artefactos, iniciaron pruebas, en lugares aparentemente lejanos.

En 1946 los Estados Unidos hicieron pruebas en el Atolón de Bikini realizando entre otras una explosión submarina, a causa de la cuál la arena, los peces, las plantas, y especialmente las manchas de aceite procedentes de los buques que se habían usado como blancos, presentaron radiactividad. Se suspendieron las pruebas y se abandonó la escuadra -- porque todos los materiales estaban muy contaminados. Al tratar de lavar las cubiertas de los buques, el agua contaminada penetraba y con ella la radiación, solo quitando una buena capa de material superficial de la madera la contaminación desaparecía, en el caso de los metales -- quedaban limpios al lavarlos con ácidos y la pintura radiactiva se quitaba con chorros de arena presurizada. Sin embargo, los peces, las -- plantas y el agua contenían radiactividad. (10) Muchos años después -- los científicos regresaron al sitio de las pruebas y en aquellas islas sobre las que cayó la llovizna atómica, encontraron animales y plantas, pero aún el comportamiento de seres como las tortugas estaba alterado y las plantas habían sufrido mutaciones no siempre positivas.

A partir de Bikini, surgieron serios temores ante el uso de la energía atómica, accidentes posteriores confirmaron la severidad del problema de disposición de desechos radiactivos, en 1955 estos equivalían a -- menos de 3 kilos de Radio, y se calcula que para el año 2000 estos superarán al equivalente de 400,000 toneladas de radio. Hasta ahora estos desperdicios se almacenan en tanques de acero en zonas remotas y -- cercadas, se revisan periódicamente los tanques, se hacen pruebas sobre la permeabilidad y resistencia del suelo, se prueba el aire y el -- agua buscando posibles incrementos de radiactividad, algunos elementos tienen una vida media tan larga que sus desperdicios serán inocuos has-

ta dentro de 7 u 8 siglos. También se han sepultado en los abismos del mar, en donde se calcula que el agua tiene edades de hasta 2000 - años, a profundidades fuera de todo ser viviente, pero también se sabe que debido a las modificaciones del clima es posible que aumente la -- presión del agua superficial y descienda, inutilizando el agua de mar como posible suministro de agua potable. Se está buscando utilizar - estos desechos como fuentes de energía, para esterilizar alimentos, - para irradiar plásticos resistentes al calor, para irradiar hormigón, como catalizadores en la refinación del petróleo, etc. (11)

Sin embargo, con el desarrollo de la bomba de hidrógeno se usó el agua pesada como moderador de neutrones y la posibilidad de desastres por - mal manejo de los desperdicios se hizo mayor, se han empleado cada vez más los isótopos radiactivos en agricultura, buscando con la radiación de las plantas obtener mutaciones positivas, esterilizando insectos para controlar la reproducción de todas aquellas especies indeseables logrando con esto que se abata el uso de insecticidas, se han irradiado - frutas, semillas, legumbres, etc., consiguiendo que duren más tiempo - almacenadas sin perder sus cualidades, con lo que se logra distribuir- las a mayores distancias a menores precios, todos estos usos se traducen en retos que se tienen que aceptar tomando las precauciones que hagan seguro su uso y su manejo.

I.B.3.- La contaminación fisiológica del agua se manifiesta como sabor desagradable u olor nauseabundo. Estos olores y sabores se impregnan algunas veces a los tejidos de los peces e impiden su utilización como alimento. También las aguas pueden llegar a ser no potables por su sabor u olor.

Las fuentes de materiales que imparten sabor y olor al agua son muchas y muy variadas. Los brotes naturales de petróleo, las vetas salinas y ciertos microorganismos, los desperdicios industriales, como fenoles, sales, hierro, detergentes, amoníaco, cloro y muchos otros.

I.B.4.-En la categoría de contaminación biológica se incluyen varios patógenos del tipo de bacterias, virus, protozoarios, parásitos y toxinas vegetales, que son indeseables o perjudiciales debido a su naturaleza, abundancia o concentración. Las aguas de desperdicio son una fuente muy frecuente de contaminación biológica. Otras son los drenajes de granjas de ganado y curtidurías, algas tóxicas y cieno. Se han presentado mortalidades de patos causados por botulismo tipo C en la desembocadura de ríos donde la abundancia de desperdicios orgánicos procedentes de una fábrica de papel, contribuyó a las condiciones anaerobias favorables a la proliferación del *Clostridium botulinum* tipo C, bacteria cuya toxina es letal para las aves. (1)

Como se ve es muy extensa la gama de situaciones que implican ACTIVIDAD HUMANA = POLUCION DEL AGUA. Pero también es grande el esfuerzo que el hombre está haciendo por reparar los males que su desenfrenada actividad ha provocado. Así el Támesis ha recobrado su antigua vitalidad, después de haberse convertido en trampa mortífera para los peces y las aves, y en amenaza para la salud del hombre. (12) Hoy en el Támesis se puede pescar en lugares donde hace pocos años se tenía toda la sensación de estar en una cloaca. En el Río Rhin Suiza, Francia y Alemania están empeñados en una tarea monumental depurar el río y evitar su contaminación. Sin embargo Holanda sufre más que ninguno de estos países a causa de la contaminación del Rhin, pues recibe agua hasta con 200,000 gérmenes/cm³, y toma de este río el 70% del agua que utiliza para potabilizar. (9) El

Rhin recibe toneladas de sal vertidas diariamente en el río por las minas de potasa de Alsacia, el sistema de evacuación sanitario y finalmente las aguas salobres arrojadas por la industria hullera del RUHR.

Es posible que dentro de poco tiempo nuevamente las aguas límpidas del Rhin sirvan de marco a los señoriales castillos que se yerguen en sus márgenes, y es posible también que la humanidad comprenda que su supervivencia depende del esfuerzo que desarrolle para preservar su ambiente. No son los peces quienes están en juego, es el hombre actual y futuro quien se encuentra pendiente de la decisión que tome esta generación: -
LA NUESTRA.

I. C).- SUELO

La actividad humana se ha preocupado menos por los errores cometidos en el entorno de la litósfera, que por aquellos perpetrados en contra de la hidrósfera y atmósfera. A pesar de que es en la litósfera donde el hombre hace -- transcurrir casi toda su existencia, y es de aquí donde toma los materiales que metabolizados en su organismo le dan energía.

La humanidad se ha venido alimentando de restos de animales y de plantas; -- cuando el hombre dependía enteramente de la recolección de frutos y de la caza, la biósfera no tenía capacidad para proporcionar alimento sino a solamente diez millones de seres humanos. A medida que la población mundial fué aumentando, la necesidad del hombre por permanecer en un solo sitio se hizo -- evidente, y aquellos hombres primitivos se iniciaron en las artes del cultivo de la tierra, y otros aunque continuaron siendo nómadas, le dieron un nuevo sentido a sus desplazamientos, pues se dedicaron al pastoreo extensivo.

Fué con el cultivo de las plantas y la domesticidad de los animales que la -- actividad del hombre empezó a modificar la biósfera para sus propios fines. A medida que las primitivas técnicas agrícolas se hicieron más eficaces, la capacidad de producción de alimentos de la tierra, se hizo mayor, permitiendo el crecimiento de la población. Este incremento, obligó al hombre a realizar modificaciones más profundas en su biósfera, con el consiguente amento en la producción de alimentos. El crecimiento de población y los adelantos en la producción de alimentos, se apoyan mutuamente. (13)

Las guerras, las pestes, el hambre, las enfermedades, solo después de dos millones de años permitieron que la población alcanzara la cifra de mil millon

nes de individuos, pero actualmente esta ha rebasado los cuatro mil millones, y el crecimiento es ascendente. Los esfuerzos de los hombres de ciencia y de toda la humanidad están encaminados a alimentar a esta población. En la biósfera se continúan las transformaciones, como la expansión continua de -- las tierras de cultivo y la evolución de la agricultura moderna orientada -- químicamente; las alteraciones no pocas veces han sido nefastas, y algunas -- han dejado al ámbito local para adquirir visos mundiales. Los ciclos naturales de energía y de elementos químicos están siendo claramente afectados por el esfuerzo humano en incrementar el suministro de alimentos.

El hombre se enfrenta a una situación de apremio, pues necesita producir y apenas ahora comprende la magnitud de la devastación que su obra ha ocasionado.

Antiguas civilizaciones ya desaparecidas nos comunican en fragmentos de escritura la existencia de vergeles en donde hoy se encuentran verdaderos desiertos. Nos hablan de campos productivos y de gigantescos rebaños, donde ahora no es posible encontrar una sola brizna de hierba. Algunos historiadores insistentemente señalan que el fin de tales civilizaciones se debió en gran parte a la falta de alimentos, y la historia registra hambrunas en casi todas -- las civilizaciones. La razón de tales hambrunas y el ocaso de las grandes civilizaciones conduce a un solo origen: el abuso de que el hombre hizo objeto a la biósfera.

El hombre antiguo cultivaba la tierra sin prestar mucha atención a las curvas de nivel, las pendientes, el contenido de material orgánico, la rotación de -- cultivos, el drenaje, etc., y así fué que se originaron, erosiones, pérdida -- de fertilidad, ensalitramiento, entre otros problemas. Cuando las llanuras --

se hicieron improductivas el hombre inició la tala del bosque en las montañas e intentó su cultivo, con lo que aceleró el proceso degenerativo de la tierra y de la ecósfera entera.

Por otro lado, el pastoreo excesivo condujo a que las plantas no se pudieran regenerar con la rapidez que exigía el rebaño, por lo que los brotes más tiernos eran consumidos antes de que reportaran su rendimiento máximo, las ovejas y — las cabras arrancaron hasta las raíces de las plantas, y el suelo vegetal que hasta entonces había tenido cohesión, adquirió poco a poco un aspecto polvoso y se levantaba con la mínima ráfaga de viento.

En el presente siglo, el mal uso de la tierra ocasionó que en los Estados Unidos se arruinaran alrededor de 114 millones de hectáreas, durante las llamadas tormentas de tierra. La experiencia vivida por los granjeros de Oklahoma y -- Kansas, debiera estar presente en el ánimo de todos los hombres que trabajan - la tierra.

Pero la actividad del hombre no termina con el mal trato físico de la tierra, sino que va más allá, abarca la degeneración química y biótica.

1.C-1.- Degeneración Física.- En casi todo el mundo el hombre se ha avocado a la creación de grandes sistemas de riego que incrementen la probabilidad de buenas cosechas, se han incrementado las producciones de alimentos, pero se - ha modificado el ciclo hidrológico desfavorablemente. Se ha llegado a ele-- var el nivel freático al desviar las corrientes de los ríos. Pues al infil-- trarse poco a poco el agua de riego se va acumulando bajo la tierra hasta ele-- var gradualmente el nivel de la capa de agua subterránea hasta encontrarse a pocos centímetros de la superficie. Con esto se inhibe el crecimiento de las

raíces y se incrementa la salinidad, al evaporarse el agua y dejar un depósito de sales en la superficie. Esto se ha presentado en el Pakistán Occidental al regar su fértil llanura con aguas del Indo por un siglo. La salinidad y la -- inundación son problemas frecuentes en el desvío de aguas de su cauce original. (13)

Es prácticamente imposible que el hombre pueda preveer todas las alteraciones que las obras hidrológicas pueden generar, y cuanto mayor sea la modificación, más implicaciones traerá consigo.

La Presa de Assúan construída en el Nilo, ha traído grandes cambios; desde la prolongación del Kamsín (viento del desierto); estratificación de árboles incluso en el Cairo; el ataque de los granitos y areniscas en la base de los -- templos faraónicos de Luxor y Karnak, causados por las aguas subterráneas; de pósito de 10 millones de toneladas de limo fértil en el lago Nasser, que antes se depositaban en la ribera del río como abono natural, rico y gratuito; la - disminución en los rendimientos pesqueros de esta región, pues aunque dentro del lago la producción es buena y en 1975 se recogieron 13,000 toneladas de - peces, frente al delta del Nilo y en el Mediterráneo Oriental, las sardinas - que en otras épocas abundaban ahora casi no existen por que el ciclo alimenti cio marino se ha modificado, falta el limo y se calcula que el rendimiento pes quero en 1975, tuvo una pérdida de 18,000 toneladas; el delta poco a poco pier de terreno frente a los embates del Mediterráneo; las delgadas barreras que se paran el mar de los lagos de aguas dulces, pueden desaparecer; proliferación - del caracol que es el vector inicial de tremátodos del género Schizostama, que da nacimiento de pequeños gusanos de cola bífida y producen la esquizomatosis, calculándose en un 70% la población rural que en Egipto está atacada de este - mal. A pesar de todo lo anterior cada vez los proyectos se tornan más ambicio

sos y es posible que dentro de poco se utilicen cargas nucleares para realizar excavaciones que de otro modo serían económicamente irrealizables. (14)

Las ciudades producen diariamente cientos de miles de toneladas de desperdicios sólidos que no pocas veces se depositan sin ningún miramiento sobre la tierra, en donde proliferan los roedores y alimañas que atentan contra la salud del hombre; es cierto que se han creado sitios especiales para verter estos desperdicios, pero no están convenientemente aislados y la población tiene que sufrir los malos olores que de ellos emanan. Por otro lado intencionalmente o a causa de fermentaciones, estos tiraderos de basura se incendian y contaminan la atmósfera. En muchas ciudades del mundo se ha implementado un sistema de separación de los distintos tipos de basura: vidrio, madera, metal, papel, etc. y se reciclan. La basura sin uso se procesa biológicamente para convertirla en composta, y poderla utilizar como mejorador de suelos, no como fertilizante pues para serlo requiere de la adición de nutrientes adicionales.

Los plásticos entre otros se han convertido en el principal contaminante sólido del suelo porque no son biodegradables.

El abuso del hombre "civilizado" en los materiales de empaque, el uso de metales e hidrocarburos en materiales que no los requieren se ha constituido en un acto dispendioso pues estos materiales no son renovables.

1.C.2.- Degeneración Química y Biótica.- La fertilidad natural del suelo no es inagotable, y por otro lado no contiene todos los elementos necesarios para el desarrollo completo de las plantas. Con el uso de fertilizantes químicos y orgánicos se introduce una nueva fuente de contaminación en la tierra.

Uno de los primeros países que intensificaron su agricultura con el uso de los

fertilizantes fué el Japón. Desde la aplicación de estos materiales al suelo los rendimientos por hectárea, con la ayuda de nuevas variedades muy sensibles a los fertilizantes, se han incrementado. Así en los Estados Unidos, el rendimiento del maíz se ha triplicado en las tres últimas décadas. Se ha conseguido en las zonas de gran cantidad de lluvia, con la aplicación de abonos químicos, junto a otros factores y prácticas, doblar, triplicar, e incluso cuadruplicar la productividad de las tierras intensamente cultivadas. Se estima que el uso de fertilizantes, es responsable de la consecución de la cuarta parte de los alimentos del hombre.

Una planta en desarrollo necesita en mayor o menor grado dieciséis nutrientes, de ellos nueve en gran cantidad y siete más escasamente; los primeros son llamados macronutrientes y micronutrientes los segundos. La mayoría de las plantas obtienen tres de los macronutrientes del aire: carbono, hidrógeno y oxígeno; y los restantes nutrientes del suelo. Las leguminosas también obtienen nitrógeno del aire. Los otros macronutrientes que la planta toma del suelo son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Los micronutrientes son: boro, cobre, hierro, manganeso, zinc, molibdeno y cloro.

En forma simplista, el recorrido usual de los nutrientes minerales del suelo a la planta se realiza por medio de la disolución de las partículas sólidas en el agua, y ésta, a través de la raíz, las incorpora a la planta. Esta transferencia por la raíz se hace mediante iones minerales en movimiento, la mayoría de ellos contenidos en el agua del suelo, pero algunos absorbidos en partículas sólidas del suelo.

Los nutrientes deben estar ionizados o ser capaces de transformarse en iones, sin lo cual no podrían ser utilizados por las plantas así y cuando hay sínto-

mas de deficiencia de alguno de ellos no necesariamente significa que no se encuentra en el suelo, sino que no se encuentra en la forma en que la planta puede asimilarlo. De modo que los fertilizantes no son sino compuestos solubles de los nutrientes.

Los especialistas ejemplifican las necesidades de nutrientes de un suelo típico de la siguiente manera: en una tonelada de trigo en grano se tienen 18 kilos de nitrógeno, 3.6 kilos de fósforo y 4 kilos de potasio. Si la paja, cáscara y raíces, no se regresan al suelo, esto representa pérdidas adicionales de nutrientes. Una tonelada de grasa de vaca corresponde a una disminución de unos 24.5 kilos de nitrógeno, 6.8 kilos de fósforo, 1.4 kilos de potasio y 11.8 kilos de calcio. Estas necesidades llegan a dejar exhausto al suelo, al menos que se le añadan cantidades adecuadas que suplan las pérdidas.

Pero las adiciones equivalentes de fertilizantes no son suficientes, pues se deben considerar otras pérdidas. El agua de lluvia o los escurrimientos de los drenajes agrícolas, arrastran nutrientes del suelo, y por otra parte se fijan en formas no utilizables por las plantas. A causa de tales pérdidas la proporción de nitrógeno utilizable por un cultivo es raras veces superior al 75% y la del fósforo es a veces menor de 10%.

Cuanto más pobre sea un suelo, más importante será la respuesta a los fertilizantes. En un suelo pobre, las ganancias obtenidas por el rendimiento al fertilizarlo puede ser hasta de 10 veces el costo del material aplicado. Donde el suelo es bueno y el rendimiento alto en los cultivos, la ganancia obtenida por el abonado puede ser de 3 a 5 veces el costo del fertilizante. Es evidente, que esta diferencia va siendo cada vez menor, hasta alcanzar un punto en que el rendimiento adicional, no justifica el costo del abonado extra. Independien

temente de lo anterior, agrónomicamente existen valores limitantes para la aplicación de los fertilizantes, pues se puede llegar a tal nivel de concentración de sales alimenticias en el suelo que dañe a las plantas.

Los abonos orgánicos fueron los primeros en ser utilizados por el hombre, pero su existencia no es abundante y hay necesidad de utilizar abonos químicos. En la actualidad el nitrógeno se suministra en forma líquida como amoníaco, o como soluciones acuosas de sales que también se adquieren en forma sólida, tales como: sulfato de amonio, fosfato de amonio, nitrofosfatos, nitrato de amonio, urea, etc. El fósforo se aplica al suelo en los siguientes compuestos: como roca fosfórica (en suelos ácidos), superfosfato simple y triple, fosfato diamónico. El potasio se aplica como: sulfato de potasio y nitrato de potasio.

No siempre el agricultor, está familiarizado con las técnicas de uso de los fertilizantes, de modo que no es raro que éstos no se apliquen oportunamente para que las plantas lo tomen, pero aún cuando la aplicación sea adecuada en cantidad en el momento de la aplicación, este puede ser arrastrado en gran medida por el agua de lluvia. (15)

Las corrientes de agua provenientes de regiones agrícolas donde el consumo de fertilizantes químicos es alto, presentan contenidos de nutrientes, estas aguas al igual que aquellas que reciben aguas de albañal, permiten el desarrollo de plantas acuáticas en cantidades tales que impiden el desarrollo de otros tipos de vida acuática, cortan las corrientes, y las convierten en ciénegas malolientes y para completar el ciclo en el verano se secan y caen al lecho donde utilizan el oxígeno para descomponerse, ocasionando la muerte de los peces por anoxia. Es este proceso, llamado de eutroficación, una de las principales consecuencias del uso de fertilizantes. Por otro lado los nitratos en el agua pota

ble, provocan en el hombre la enfermedad llamada metahemoglobinemia, que reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y es particularmente peligrosa en niños menores de cinco años.

En la producción masiva de alimentos, los herbicidas y plaguicidas, han adquirido gran relevancia, pues el control de malas hierbas y plagas que mermaban las cosechas, se abaten a niveles no significativos.

Los ácidos fenoxiacéticos sustituidos son uno de los principales compuestos que se usan con el fin de controlar las malas hierbas. Los herbicidas se aplican directa o indirectamente en el suelo pero cualquiera que sea la forma de aplicación, una gran cantidad se deposita finalmente en el suelo. En el uso de cualquier herbicida la preocupación estriba en que no tenga efectos perjudiciales sobre los microorganismos o los procesos microbianos del suelo. También interesan los efectos de las propiedades del suelo sobre los herbicidas. Con los herbicidas preventivos y los esterilizantes del suelo, los factores de persistencia y solubilización son muy importantes. Estos compuestos son afectados por la textura del suelo, la composición química, la materia orgánica, el pH, la humedad y la temperatura. (16)

Se han realizado estudios relativos a los efectos de los herbicidas sobre los procesos microbianos y los microorganismos, especialmente con el ácido 2,4 diclorofenoxiacético, y las conclusiones señalan que las proporciones normales que se emplean en los tratamientos no son perjudiciales para los microorganismos del suelo. Se ha demostrado que algunos herbicidas fenoxiacéticos inhiben el desarrollo de los microorganismos en condiciones ácidas (5.6) (16). Los reportes, no son coincidentes y aunque son numerosos los que señalan la "inocuidad" de los herbicidas, hay otros en los que se establece la inhibición de respira-

ción. Los herbicidas que se aplican en los suelos pueden descomponerse química y fotoquímicamente, ser alejados de la zona de las raíces por una solubilización por el agua de lluvia, absorbidos por los coloides del suelo en forma inactiva o activa y también pueden volatilizarse. La importancia de estos factores está determinada por la naturaleza del herbicida, la composición del suelo y las condiciones ambientales. (17)

Se sabe que las plantas superiores son en general, más sensibles que la microflora del suelo, en algunos casos, las proporciones normales del tratamiento pueden perjudicar a los organismos en una capa delgada del suelo, pero al desaparecer el herbicida, los organismos se recuperan rápidamente.

En este punto como en casi todos los que implican aspectos bióticos de los ecosistemas, existe una gran discrepancia de opiniones.

Se han hecho importantes trabajos sobre el uso de agentes biológicos en el control de malas hierbas. Los agentes bióticos disponibles van desde los organismos con una dependencia facultativa con respecto a las malas hierbas hasta los parásitos estrictamente fitófagos. Los hervíboros no específicos por lo general exhiben polifagias variables y solo pueden utilizarse en algunas situaciones. Entre los ejemplos de control de malas hierbas por agentes facultativos se incluye el uso de gallinas y gansos. Los manatíes y las carpas se han empleado en el control de malas hierbas acuáticas.

El parásito fitófago obligatorio, al contrario del agente facultativo, está limitado en cuanto a su desarrollo a una planta específica o a un grupo especial de plantas, y su ciclo de vida está estrechamente relacionado con el ciclo de desarrollo de la planta sobre el cual persiste. Se han usado como agentes obligatorios, las escamas de cochinilla, la palomilla, etc.

Cuando se emplean agentes biológicos, se debe tener un aislamiento efectivo de ellos, pues de lo contrario proliferan en tal forma que pueden convertirse en plagas. (18)

Los pesticidas han sido tema de verdaderas controversias siendo innegable la ayuda que han prestado a la humanidad en el control de insectos que destruyen sus cosechas o que entrañan vectores de enfermedades.

Los esfuerzos del hombre para controlar a los insectos perjudiciales mediante plaguicidas, tropiezan con dos dificultades. La primera es que los insecticidas empleados hasta ahora son demasiado amplios en sus efectos; son tóxicos - no solamente para los insectos perjudiciales en contra de los cuales se aplican, sino también para los demás insectos; además por su persistencia en el ambiente, y algunas veces incluso al incrementar su concentración, como ocurre a lo largo de las cadenas alimenticias, constituyen un peligro para otros organismos, incluido el hombre. La segunda dificultad es que los insectos muestran una notable facilidad para desarrollar resistencias a los plaguicidas.

Los insectos comprenden alrededor de tres millones de especies, es decir más que todos los animales y plantas juntos. El número de insectos que viven en un momento dado es de alrededor de un millón de billones (10^{18}).

De este número, el 99% son, desde el punto de vista humano, inofensivos o claramente útiles; unos pocos son indispensables, por ejemplo el caso de las abejas por su efecto polinizador.

Las especies molestas son el restante 0.1%, que supone unas 3,000 especies. Estas constituyen las plagas agrícolas y los vectores de enfermedades humanas y animales. Las que transmiten enfermedades humanas, constituyen junto con las bacterias, virus y protozoos un grave problema pues de no controlarse deja-

rían al hombre sumido en un estado de perpetua insalubridad.

Aunque se conocen casos de modificaciones genéticas en el hombre, para desarrollar defensas en contra de enfermedades transmitidas por insectos (particularidad falciforme que confiere resistencia al paludismo, y se presenta preferentemente en la población de raza negra), se sabe que cualquier evolución genética requiere de muchas generaciones y supone gran número de muertes. En épocas recientes el hombre encontró medios químicos para combatir a los insectos. Y surgió la primera generación de plaguicidas: petróleo para verter en las charcas, arseniato de plomo para envenenar las plagas masticadoras, nicotina y rotenona para las plagas chupadoras. (19)

En 1939 el Dr. Paul Herman Muller descubrió el poder que como insecticida tenía un producto sintetizado desde 1874, el DDT: diclorodifenil tricloroetano. La acción del DDT contra los insectos fué fulminante y enfermedades como: el paludismo, la fiebre amarilla, la enfermedad del sueño, el tifo, la peste, etc.. redujeron su nefasta acción en todo el mundo. (20). Pero en pocos años los insectos se fueron haciendo resistentes al DDT. Por otro lado el DDT y sus metabolitos se acumulan en las cadenas alimenticias y las razones que aducen para no continuar con su uso, son muy amplias y bien fundamentadas, entre otras: en el lapso de una generación, el DDT ha contaminado la atmósfera, el mar, los lagos y las corrientes, y se ha infiltrado en los tejidos de la mayor parte de los seres vivientes del planeta; es una sustancia química bastante estable, que persiste en el ambiente durante 10 años o más. Es prácticamente insoluble en agua, y no puede disiparse en los océanos. Es soluble en alto grado en los tejidos adiposos, por lo que acumula en la grasa de animales silvestres y ganado.

Además, es altamente móvil, tiende a transportarse adherido a las partículas suspendidas en el agua, a las de tierra que son diseminadas por el aire, y a evapo-

narse junto con el agua incorporándose a la atmósfera. Por otro lado va escalando la cadena de alimentos a medida que un organismo se come a otro, concentrándose y amplificándose en cada eslabón, hasta llegar a manifestarse en síntomas subletales. Al exterminar a plagas de insectos, frecuentemente mata especies útiles. Se ha determinado que el DDT interfiere en el proceso de fotosíntesis del fitoplancton marino, el cuál produce el 70% del oxígeno que respiramos. Un metabolito del DDT, el DDE (diclorodifenil dicloroetileno), causa que el hígado de las aves produzca enzimas que destruyen las hormonas sexuales femeninas, con lo cuál inhiben el metabolismo cálcico. Impotentes para absorber suficiente calcio, las aves ponen huevos de cáscara muy delgada, que se -- agrietan o rompen fácilmente. La subsecuente disminución en la producción es la causa de la drástica reducción en la abundancia de especies. (21)

Debido al error introducido en los análisis de DDT por cromatografía de gases, en donde este se confunde con el PCB (bifenilo policlorado), que es un plastificante muy generalizado, algunas cifras que se manejaron en los años sesenta, no son del todo confiables, sin embargo, por todo el mundo se encuentran vestigios o cantidades considerables de este material o sus metabolitos, incluso en lugares tan lejanos e impensados como la Antártida.

Es muy común que se utilicen insecticidas cuando la abundancia de una plaga es inferior al nivel de perjuicios económicos, e incluso cuando no existe en el área.

Los carnívoros concentran fácilmente el DDT en sus tejidos porque se alimentan de herbívoros, que a su vez ya los tenían acumulado en cantidad, procedente de la abundante materia vegetal asimilada. La concentración de DDT en la leche de las madres en algunos países es mayor que la permitida por las diferentes instituciones encargadas de vigilar la salud de los ciudadanos.

El DDT ha sido prohibido en muchos países, aunque en aquellos considerados como subdesarrollados, se produce, importa y usa considerablemente, y sólo en los alimentos que se exportan a países donde se reglamentan los contenidos de este material se deja de usar.

Los químicos han sintetizado nuevos y más poderosos plaguicidas, a los que los insectos también se hacen resistentes, entre ellos están: el aldrín, 200 veces más tóxico que el DDT, se usa para proteger los cultivos de cereales, de frutas, de forraje, tiene la propiedad de bloquear las enzimas reguladoras de la vasoconstricción, el aldrín se transforma en dieldrín que se acumula en los tejidos de los animales, se utiliza en los países tropicales y subtropicales para destruir las garrapatas, los mosquitos y la mosca tsetsé. El dieldrín actúa esencialmente sobre el sistema nervioso central, la Organización Mundial de la Salud ha demostrado que el dieldrín provoca inflamación en el hígado de los perros, mata los conejos y a dosis pequeñas provoca tumores en ratones.

El clordano es cinco veces más tóxico que el DDT, el lindano tres, este último excita el sistema nervioso y provoca convulsiones que pueden llevar a la muerte (9). Así sucesivamente, todos los pesticidas tienen problemas en su uso porque son persistentes y se concentran en las cadenas alimenticias.

Los químicos están buscando ahora, insecticidas que sean biodegradables, y que sean específicos en lugar de tener un amplio campo de ataque a diversas formas de vida. Hay puesta mucha esperanza en los métodos de control biológico, como son esterilización masiva (por irradiación), tal como se hizo con los machos de la mosca gusanera, que producía grandes mermas en el ganado. También se ha tenido éxito en la producción de plantas resistentes a las plagas de insectos. De este modo se ha obtenido una variedad de trigo resistente a la mosca de Hesse, variedades de maíz que los son al barrenador y al gusano. Otro tipo de

control que promete, y cuenta ya con una amplia historia positiva, es el desarrollo de parásitos de los insectos, desde bacterias y virus hasta pequeñas -- avispas que ponen sus huevos en otros insectos. (13)

Se ha estado trabajando en la producción masiva de las hormonas juveniles que segregan todos los insectos en ciertos estados de su vida. Es una de las tres secreciones que regulan el crecimiento y la metamorfosis de larva a pupa y a adulto. En el insecto vivo la hormona juvenil es sintetizada por los "corpora allata", un par de diminutas glándulas de la cabeza; los corpora allata son -- también responsables de la regulación del vertido de las hormonas en la sangre. Ciertos estadios del desarrollo requieren de la secreción de la hormona, mientras que otros deben suspenderse o el insecto se desarrollaría anormalmente. Por ejemplo una larva inmadura tiene absoluta necesidad de hormona juvenil para que su desarrollo sea normal a través de los sucesivos estados larvarios. Entonces, la secreción de la hormona debe cesar para que la larva madura se metamorfosee hasta transformarse en adulto. Si el hombre usa esta hormona juvenil puede alterar todo el desarrollo de los insectos e impedir su reproducción. Esta substancia ya ha sido sintetizada por el hombre y solo mata a los insectos, pero a todos; se han estado obteniendo interesantes resultados en la búsqueda de plaguicidas que solo maten a determinadas plagas. Se ha descubierto una hormona juvenil selectiva para la chinche (*Pyrrhocoris apterus*) que se origina en la madera de abeto (*Abies balsamea*), encontrando que la substancia activa era el éster del metilo de un ácido graso derivado. (19)

Las hormonas, que son sustancias que al ser segregadas por un animal, influyen en el comportamiento de otros de la misma especie, se han estado usando, para que los animales sean conducidos a una pequeña área en donde se concentren grandes cantidades de plaguicidas, y los resultados son muy prometedores. Sin em--

bargo es el uso de los pesticidas y plaguicidas tradicionales el más barato hasta ahora, pero también el más riesgoso, pues no es raro que el agricultor asperse sus cultivos poco antes de la cosecha, por lo que los productos llegarán al consumidor con un contenido muy alto de estos tóxicos, la preparación de los campesinos deja mucho que desear y el abuso que se hace de estos productos químicos y el mal empleo, han ocasionado intoxicaciones masivas, por ejemplo, con el uso de productos mercuriales para almacenar granos que finalmente fueron consumidos por el hombre.

CAPITULO II.

LA ECOLOGIA Y LA INDUSTRIA.

Con el advenimiento de la era industrial, surgieron cambios sociales, éticos y morales, que no siempre fueron las respuestas a las necesidades de la humanidad. La industria por mucho tiempo actuó como si tuviera derecho de propiedad sobre el aire, el agua y la tierra, cuando de disposición de sus deshechos se trataba. En casi todo el mundo esta situación está cambiando a grandes pasos y la industria en general, ante la disyuntiva de realizar inversiones que no le reportarían prácticamente ninguna ganancia, en equipos que abatieran la contaminación, o enfrentarse a la opinión pública preocupada por la magnitud de los daños que se inflingieron a la ecología, han optado por lo primero.

Los desastres ocasionados por la inconciencia de los hombres que tomaron decisiones sin conocer la trascendencia de éstas, sin haber siquiera considerado otros intereses que no fueran los suyos, han llenado de vergüenza a la humanidad y de oprobio a las empresas que con despreocupación criminal no vacilaron en ocultar la verdad sobre la calidad de sus desperdicios y las consecuencias que tendrían en los seres vivos, incluido el hombre. Así la humanidad asistió a la tragedia de Minimata, presencié el desarrollo de la enfermedad de Niigata, la muerte de los Grandes Lagos, la contaminación del Rhin, la casi extinción de especies animales, la aparición de enfermedades como la asbestosis y la beriliosis, el desarrollo pronunciado de cánceres -- atribuidos a los colorantes del tipo del Rojo Congo que incluso se usaron en alimentos, por no mencionar sino los efectos directos causados por los deshechos industriales.

Los productos fabricados por la industria en no pocos casos se ha convertido

en verdaderas amenazas para la existencia del hombre. Así el uso de hormonas como el estilbestrol en la engorda del ganado, el uso de antibióticos - en la preservación de alimentos como carnes, o bién en la producción de ganado, el uso de colorantes, saborizantes, aditivos, aromatizantes, tanto en alimentos naturales como procesados han sido continuamente atacados porque se ha llegado a establecer una estrecha relación entre el uso de estos materiales y la aparición de una gran cantidad de enfermedades algunas de las - cuales son aún un reto para la Medicina.

Es indudable la contribución de la industria al desarrollo de la humanidad, pero también es impostergable el que aquella asuma la responsabilidad que - le corresponde en la preservación del ambiente pues es ella quien debe buscar su integración al medio.

Es motivo de una investigación muy minuciosa y extensa el determinar las -- fuentes de contaminación industrial, lo que está fuera del alcance de este trabajo, sin embargo para ejemplificar se establecerán los puntos en donde se genera la contaminación por residuos en algunas industrias, así como las actividades que se están desarrollando para prevenirla y evitarla, y algunos procesos y equipos que se usan para tal fin.

II. A).- Industrias contaminantes del aire.

II.A.i.- Industria del Acero.- En esta industria, la cantidad necesaria para reducir el mineral a metal es del orden de 3.5 tons. de aire por cada tonelada de metal producido; esto genera alrededor de 5 toneladas de humo. El aire que se suministra al alto horno se calienta alrededor de 900°C.

Los contaminantes típicos del aire en las industrias productoras de ace-

ro, son los siguientes: partículas sólidas, provenientes de las chimeneas de las calderas, de los hornos para la fabricación de acero, de las plantas de sinterizado, de los hornos de coque, de las fundiciones, de las plantas de lodos, de la preparación del mineral y de la carga y descarga del mismo; compuestos de azufre, que proceden de la combustión de minerales que contienen azufre; monóxido de carbono, procedente de los gases de los altos hornos; cianuros, que se producen en los altos hornos y en los hornos de coque; fluoruros, que se originan en los hornos para la fabricación de acero, entre otros.

El polvo rojizo de los hornos Martin-Siemens está desapareciendo de la industria a medida que los hornos eléctricos y los hornos que funcionan con oxígeno básico desplazan a las unidades más antiguas. Los hornos antiguos que aún están en servicio están siendo dotados de aparatos colectores de polvo.

Así pues, los gases producidos en la metalurgia son de dos clases: los que tienen valor térmico y los que se generan como productos residuales de las operaciones de producción.

Los gases utilizables por su valor térmico, son generados por los altos hornos y por las estufas de coque. Cuando son utilizados el buen aprovechamiento de los mismos depende de su limpieza, pero esta debe hacerse en forma que la eliminación del polvo no abata la eficiencia de su uso.

Los gases residuales deben limpiarse en forma que se ajusten a los requisitos de calidad de aire exigidos. Entre los aparatos básicos de limpieza se incluyen los simples separadores por acción de la gravedad,

los depuradores húmedos, los precipitadores electrostáticos y los filtros de bolsa.

La elección de cualquiera de estos equipos estará basada en consideraciones como: cantidad de polvo, niveles de emisión permisibles, características del gas (composición química, temperatura, presión), eliminación final del polvo recogido, espacio disponible y facilidad de mantenimiento. La mayor parte de los sistemas están diseñados para una cantidad de polvo final, inferior a 0.05 gramos por pie cúbico en un segundo.

El gas de las estufas de coque se lava con agua, ácido o aceite. El agua arrastra el alquitrán y el polvo y refrigera el gas; el ácido separa y recupera el amoníaco, el aceite de lavado absorbe las sustancias químicas orgánicas, que son mucho más valiosas como subproducto que como combustibles. En el caso de que existan gases de compuestos de azufre se dá un tratamiento final, utilizando un sistema húmedo. Existen varias combinaciones de sistemas húmedos y secos para controlar las emisiones de polvo de las secciones de hornos que funcionan como oxígeno básico, que van desde sistemas de depuración completamente húmedos a sistemas que usan solamente el agua en la cantidad necesaria para refrigerar y humedecer el gas antes de hacerlo pasar por los precipitadores electrostáticos.

Por lo que toca al aire, este se depura usando un proceso húmedo o seco. Los depuradores húmedos pueden llevar a cabo un trabajo aceptable en cuanto al control de la emisión, y sin embargo, presentar problemas debido a la gran cantidad de sólidos contenidos en el agua residual. Por esto, estas unidades, no se utilizan a menos que estén conectadas a un sistema de clarificación o de eliminación de aguas residuales. En algunos casos resulta práctico devolver el agua que sale de los depuradores -

de aire, a la entrada de los depuradores húmedos de gas. Donde no se pueden utilizar los filtros húmedos se utilizan los de tipo de bolsa. Estos son mucho más costosos pero evitan problema de contaminación de agua. (23)

II.A.ii.- Industria Química.- La industria química se caracteriza por la gran diversidad de productos, procesos y residuos que se relacionan con ella. Son miles de sustancias químicas que salen del mercado y cada una de ellas ha sido sometida a un proceso particular. Los problemas de contaminación causada por esta industria se tornan más complicados debido a la constante transformación de esta industria, en donde intervienen materias primas y procesos nuevos a cada momento, con lo cual muchos de los productos que se obtienen son nuevos también, así en muchos casos, el proceso y los residuos del mismo son especiales y se tienen que buscar sistemas específicos de eliminación de la contaminación.

Por su interés en este renglón, en forma somera se verán algunos contaminantes gaseosos de la industria química, como son los procedentes de la obtención del ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido clorhídrico. Asimismo, se tratará la contaminación causada por gases inorgánicos como: dióxido de azufre, ácido sulfhídrico, fluoruros gaseosos.

Acido Sulfúrico.- La fuente principal de emisiones en la obtención de este producto por el método de contacto, es la constituida por los gases que salen del aparato de absorción. Esta corriente está constituida por nitrógeno y oxígeno, pero también contiene bióxido de azufre libre, trióxido de azufre que no ha sido absorbido y ácido sulfúrico nebulizado y pulverizado. Cuando el gas residual alcanza la atmósfera, el tri-

Óxido de azufre se hidrata como consecuencia de la humedad atmosférica, convirtiéndose en ácido sulfúrico nebulizado y dando origen a una estela blanca bien visible de tono azulado.

El dióxido de azufre es lo que constituye la mayor parte de la emisión que sale de la chimenea del aparato de absorción. Nunca es completa la conversión catalítica del dióxido de azufre a trióxido, y por tanto una cantidad del primero pasa a la atmósfera. Comúnmente las instalaciones para eliminar las concentraciones de este compuesto no resultan económicas y los fabricantes prefieren la dispersión de los gases de salida utilizando una chimenea alta, de forma que se diluyan en la atmósfera hasta conseguir grados de concentración tolerables. Se han desarrollado modificaciones importantes en este método y se ha abatido la concentración de este compuesto en los gases hasta valores de 0.1 a 0.3%.

El ácido sulfúrico nebulizado se produce por la existencia de vapor de agua en los gases del proceso que se suministra al convertidor. Las torres de desecado de la mayoría de las plantas de contacto son capaces de secar el aire o el gas de dióxido de azufre hasta reducir su contenido de humedad a aproximadamente, $3 \text{ mg/Pie}^3 \text{ seg.}$ la humedad restante se combina con el trióxido de azufre, después de salir del convertidor, cuando la temperatura es inferior al punto de condensación de aquél. La industria normalmente permite que la mayor parte del ácido nebulizado pase a la atmósfera. Se puede reducir esta concentración mediante el uso de precipitadores electrostáticos, filtros de fibra de vidrio, filtros con trama de alambre y depuradores de gas con lecho de relleno de teflón. Las eficiencias de los filtros de fibra de vidrio y los precipitadores electrostáticos oscila entre 92 y 99%, se considera el equipo más efi--

ciente para esta aplicación el depurador con lecho de teflón. con eficiencias hasta de 99.6%.

Acido Nítrico.- El proceso de obtención más común está basado en la oxidación a alta temperatura y presión de amoníaco y aire sobre un catalizador de platino. Después se oxida el óxido nitroso hasta convertirlo en óxido nítrico, el cuál se absorbe en agua, dando lugar a una solución acuosa de ácido nítrico. El gas procedente de la torre de absorción contiene óxidos de nitrógeno no absorbidos, es la fuente principal de emisiones atmosféricas. Estos óxidos aparecen en su mayor parte en forma de óxido nítrico y nitroso y cantidades minúsculas de ácido nítrico nebulizado. El óxido nítrico y nitroso se pueden abatir de la emisión, mediante una reducción catalítica y por absorción. La reducción catalítica se usa particularmente cuando se parte de amoníaco para la obtención de ácido nítrico. En la reducción se puede conseguir un grado de eficiencia superior al 90%. Los gases que salen de la torre de absorción se calientan hasta que alcancen la temperatura necesaria para la ignición catalítica, lo que se consigue mezclándolo con combustibles como metano y haciéndolos pasar por un lecho de platino o paladio. La ignición catalítica se realiza mediante tres reacciones en la primera el metano reacciona con el oxígeno del aire, para dar dióxido de carbono y agua; en la segunda reacción el metano reacciona con el dióxido de nitrógeno, para dar monóxido de nitrógeno, dióxido de carbono y agua; las dos primeras reacciones generan una gran cantidad de calor; la tercera reacción se lleva a cabo entre el combustible y el monóxido de nitrógeno, produciendo nitrógeno, dióxido de carbono y agua. Esta última reacción se efectúa muy lentamente.

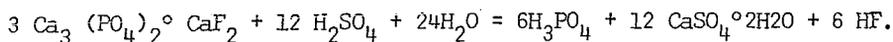
En algunas plantas se utiliza amoníaco como combustible en la reducción catalítica de los óxidos de nitrógeno. Se utiliza como catalizador el platino, extendido sobre la superficie de bolitas de cerámica. El amoníaco reacciona selectivamente, primero con el dióxido de nitrógeno y luego con el monóxido de nitrógeno, dando en ambos casos nitrógeno y agua como productos de reacción. Estas reacciones se producen entre 210 y 271°C, -- por debajo de los 210 es posible la formación de nitratos del amoníaco y -- por arriba de los 271°C se forman óxidos nítricos por oxidación del amoníaco.

Cuando se pretende capturar los óxidos del nitrógeno por el método de absorción en agua, los resultados no son muy satisfactorios, esta es más -- efectiva si se utiliza una solución alcalina, de este modo se forman sales de nitrato y nitrito, de esta forma se pueden reducir en un 91% los óxidos de nitrógeno.

Acido Fosfórico.- El ácido fosfórico se produce utilizando dos métodos: por acidulación de roca fosfórica y por tratamiento en hornos eléctricos.

En el primer caso, el mineral finamente triturado se hace reaccionar con ácido sulfúrico, para formar sulfato cálcico y ácido fosfórico diluido. El sulfato cálcico se separa por filtración y el ácido fosfórico se concentra de 32 a 55% de P_2O_5 .

La reacción que comprende este método es la siguiente:



Entonces el HF reacciona con el dióxido de silicio en la roca fosfórica -- produciendo tetrafluoruro de silicio gaseoso. También se escapan com--

puestos gaseosos de fluoruro del filtro de yeso y de los aparatos que se usan para conseguir la concentración del ácido fosfórico.

El tetrafluoruro de silicio gaseosos, se hace pasar por una corriente de agua, en donde se hidroliza dando ácido fluorhídrico.

El ácido fosfórico cuando se obtiene en hornos eléctricos, requiere del uso de mineral fosfórico, el cuál se mezcla con coque y silicato en un horno eléctrico en esta primera etapa se obtiene el fósforo elemental, el cuál se hace quemar con aire para formar el P_2O_5 , que luego se enfría y reacciona con el agua para dar ácido ortofosfórico. Cuando el vapor de agua se pone en contacto con una corriente de gas que contenga el anhídrido, se formará casi instantáneamente una niebla ácida integrada por partículas líquidas de diversos tamaños. Es frecuente que en las plantas productoras de ácido fosfórico por este método, se escapen nieblas que contengan una cantidad del ácido extremadamente alta.

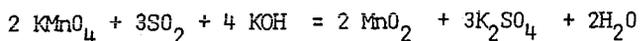
Para recoger estas nieblas se utilizan diferentes equipos, entre los más eficientes se encuentra un colector que utiliza dos contractors: el primer contractor aglomera las partículas mayores que luego son recogidas en una segunda fase y separadas de la corriente de gas, en este equipo se tienen pérdidas de presión del orden de 40 pulgadas de agua, pero la eficiencia es hasta 99.975%. Desde luego también se utilizan torres de relleno, precipitadores electrostáticos, depuradores venturi, entre otros.

Acido Clorhídrico.- El proceso cloro-hidrógeno para la obtención de ácido clorhídrico, se utiliza en las plantas que tienen células electro-líticas cáusticas. El cloro se quema con un pequeño exceso de hidróge-

no, produciéndose cloruro de hidrógeno. Las instalaciones consisten - de una cámara de combustión, un quemador de cloro, los aparatos de control y de seguridad necesarios, además del equipo de absorción.

Las emisiones que escapan de la instalación de absorción durante las - operaciones normales son escasísimas, debido a que el agua es el medio depurador de la torre de gases residuales situada al final del sistema, lo que se traduce en una separación casi completa del cloruro de hidrógeno de la corriente de gases de salida. Los gases no absorbidos son expulsados a través de una chimenea alta, evitándose así las concentraciones no aceptables al nivel del suelo.

Dióxido de azufre.- Las fuentes principales de las emisiones de dióxido de azufre, proceden de los generadores que funcionan a base de combustibles fósiles. La concentración de dióxido de azufre es baja en los gases procedentes de las chimeneas de equipos de combustión de los combustibles fósiles. En estos casos resulta difícil conseguir una recuperación y separación del dióxido de azufre que sean aceptables desde el punto de vista económico, por lo general cuando la concentración de salida es inferior al 1%, se utilizan chimeneas altas para dispersarlo y conseguir que la concentración al nivel del suelo sea satisfactoria. Sin embargo, estas corrientes pueden depurarse eficazmente utilizando una solución alcalina de permanganato de potasio, amortiguada con carbonato sódico.



Acido Sulhídrico.- Este se produce fundamentalmente en los procesos - -

de refinado del petróleo, en la coquificación del carbón, en la purificación del gas natural y en la evaporación del licor negro en los procesos de obtención de pulpa kraft. El ácido sulfhídrico recogido se convierte en dióxido de azufre para producir posteriormente ácido sulfúrico o azufre simple, siempre que la recuperación es posible.

Cuando se trata de corrientes pequeñas el ácido sulfhídrico se puede quemar en cámaras de combustión o dejarlas arder, aunque el producto de esta combustión es otro contaminante del aire: el SO_2 .

Como el ácido sulfhídrico es un gas ácido reductor en condiciones normales, puede ser neutralizado y oxidado. Los oxidantes reaccionan -- formando sulfato si el pH es igual o inferior a siete, o tiocionatos, sulfitos, azufre o sulfatos para pH igual o superior a siete, lo que dependerá de los oxidantes empleados y de las concentraciones de los reactivos. (24)

II.- B).- Industrias contaminantes del agua.

Prácticamente no hay una sola industria en la que en una u otra forma no se utilice el agua, la cual resulta contaminada en distintas formas, según se mencionó en los tipos de contaminación del agua en el capítulo I de la Primera Unidad en el inciso B). A manera de ejemplo se mencionarán en este subtítulo los tipos de contaminación que producen dos industrias: la industria de los alimentos y la industria de la galvanotécnica. Esta elección obedece al interés que tienen algunos de los contaminantes y los procesos que se utilizan comúnmente -- para eliminar la contaminación, y que son representativos de los recursos que tiene a su disposición la industria.

II.B.i.- Industria de los Alimentos.- Esta industria es una de las que presentan mayores requerimientos en calidad y cantidad de agua. Esta industria necesita agua para lavar alimentos en sus formas más diversas, así como para pelarlos, pasteurizarlos, para lavar el equipo productivo y para refrigerar los productos finales. La calidad del agua que entra en contacto con el proceso tiene gran importancia, en muchas industrias el agua se recibe de la red municipal se trata previamente al uso en el proceso, para asegurarse que es absolutamente inodora e insabora y para conseguir que toda el agua tenga características uniformes, así se asegura la industria de -- que todos sus productos tengan el mismo sabor y calidad. En esta como en todas las industrias que utilizan grandes cantidades de - agua, el reciclaje de la misma es práctica común, el agua se -- vuelve a utilizar tantas veces como sea posible, en la preparación de alimentos a partir de aves, el número de reúsos del agua es en algunas empresas del orden de 8.

La industria de elaboración de alimentos dá origen a un agua residual que antes de ser tratada contiene una gran cantidad de sustancias orgánicas solubles, sin embargo, no hacen a las aguas receptoras tóxicas o mortíferas. En la mayoría de los casos, los residuos procedentes de las plantas de elaboración de alimentos, no implica problemas sanitarios, pues son susceptibles de tratamiento bioquímico. La cantidad de residuos y la de sustancias orgánicas y de sólidos descargados como consecuencia de las operaciones de elaboración de alimentos depende en gran medida del tipo de proceso de que se tra

te y el uso y reúso que se haga del agua en cada planta.

Conservas alimenticias.- Esta industria se enfrenta a la eliminación de dos tipos de residuos: sólidos y líquidos. Los sólidos alcanzan cantidades considerables. Por ejemplo, los restos de tomate en forma sólida pueden llegar a alcanzar el 15 al 30% de la cantidad total del producto global elaborado. Los de peras y duraznos pueden representar hasta un 20% incluso es posible que lleguen a alcanzar un 40%. Los chícharos, un 75%. La eliminación de los residuos sólidos y líquidos es completamente distinta y, siempre que sea posible, se mantendrán los sólidos apartados del agua. Si los sólidos se mantienen separados del agua, se pueden tratar en seco y de esta forma disponer más rápidamente de ellos como subproducto o como agente nutritivo. Pero normalmente lo que ocurre es que se criba la parte líquida de los residuos como primer paso de cualquier tipo de tratamiento. Los sólidos recogidos en las cribas se pueden juntar con los demás producidos en la planta para transportarlos fuera de ella como basura o bien añadirlos a los demás sólidos y someterlos a un proceso de recuperación. Un ejemplo de subproductos obtenidos de las frutas y los vegetales lo constituye el ensilado de los residuos de los guisantes y cereales; los alimentos y melazas para animales fabricados a partir de los residuos de cítricos; el vinagre, la pectina en polvo, la pectina concentrada, la gelatina y la sidra, obtenidos de los residuos de la manzana, y la pulpa de tomate, que se utiliza como alimento de animales, obtenida de los residuos de este vegetal.

Aunque los residuos sólidos pueden suponer un problema para el fabricante de conservas, sin embargo los líquidos plantean un problema más grave en lo que se refiere a su eliminación.

La fuente productora de residuos líquidos más importante está constituida por los efluentes de las instalaciones de lavado de frutas y vegetales. El lavado se realiza a contracorriente, por lo que el agua de deshecho es rica en substan

cias orgánicas y contiene partículas en suspensión, de las que la mayoría son sustancias inorgánicas, procedentes de la suciedad de los productos lavados. Con el uso de nuevas técnicas de lavado, ángulo de incidencia de los chorros de agua, temperatura, presión entre otras, han permitido abatir el uso de agua en esta operación.

La operación de pelado es otra fuente productora de residuos, el agua residual contiene una gran cantidad de sustancias en suspensión, sobre todo de naturaleza orgánica, si los vegetales se tratan con lejía antes de ser pelados, el líquido residual contiene cantidades considerables de materia en disolución o en forma coloidal. Las soluciones cáusticas para el pelado constituyen residuos muy fuertes, y su uso se limita a los sistemas de recirculación. Después del baño cáustico se lavan cuidadosamente los alimentos con lo que se comunica al agua residual un elevado grado de alcalinidad. Además la descarga periódica de la totalidad del líquido cáustico constituye un grave problema.

Otras fuentes de contaminación de agua la constituyen las operaciones de lavado de los equipos, así como el lavado del suelo en las zonas donde se preparan los alimentos.

Las demandas bioquímicas de oxígeno en cinco días (DBO_5) de estas aguas es muy alta, y depende de los materiales procesados y del tipo de proceso, oscilan entre 11,000 para algunos zumos y 16 para algunos procesamientos de espárragos.

Residuos de aves.- Las operaciones básicas que se llevan a cabo en el procesamiento de las aves son: recepción, almacenamiento, matanza, desplumado, desviscerado, empaquetado y congelamiento.

En la recepción y almacenamiento se producen residuos como: excremento y alimento no consumido, así como agua de lavado. Si los residuos sólidos de estas etapas se mantienen secos, luego se pueden macerar y utilizar como abono, arrojándolos directamente al campo o bien enviándolos a una fábrica de abonos.

La sangre que se obtiene al sacrificar las aves se recoge en recipientes para su eliminación como subproducto o para enviarlo a una planta de fundición de grasas.

Después del desangre, los pollos son escaldados, para que se puedan desplumar fácilmente. El agua constituye una importante fuente de contaminación, porque contiene, plumas, sangre, excrementos y toda la porquería que estaba adherida al pollo. En la operación de desplumado se utiliza agua espreada para arrastrar las plumas. En esta operación se puede recuperar el agua, tamizando las plumas. Las aves desplumadas se chamuscan para eliminar la peluza restante además de las plumillas. En este momento las aves reciben un lavado con agua espreada.

Las patas, las vísceras y los despojos, son una causa de creciente contaminación, estos se tamizan y se emplean en la fabricación de alimentos para pollos.

Las aves ya limpias se arrojan en tanques de refrigeración, donde adquieren una temperatura aproximada de 4.4°C, en esta operación se genera más contaminación, pero no es tan importante como la que se crea en operaciones anteriores.

Invasado de alimentos.- Aquí, la cantidad de agua utilizada es de gran consideración, pero se lleva a cabo una reutilización del agua para la obtención de subproductos. Esta industria tiene ciertos límites por lo que se refiere a la reducción del agua utilizada, que están determinados por las buenas prácticas sanitarias.

El volumen y contenido orgánico de los residuos varía considerablemente, según sea el tipo de operación y el grado de recuperación del subproducto que se lleva a cabo. Algunos residuos solamente se producen en el matadero, y por ello, son típicos de este establecimiento, mientras que otras plantas están totalmen-

te integradas, incluidas las operaciones de sacrificio de los animales con la elaboración y envasado de los alimentos.

Para evitar la contaminación de las aguas residuales que descarga, la industria alimenticia, realiza dentro de sus fábricas controles tendientes a facilitar el tratamiento de estas aguas.

Como ya se mencionó anteriormente, el primer paso para el pretratamiento de los residuos producidos es la utilización de tamices para separar los sólidos, el equipo dependerá del tipo de residuos y de las normas establecidas en cuanto a sólidos pero normalmente se utilizarán mallas de 40 o más retículas. Estos tamices pueden ser de rejillas, de disco, tambores rotatorios, cribas rotatorias.

Las grasas que contienen los efluentes de las plantas que manejan carne o aves, se pueden separar mediante espumaderas de superficie en los clarificadores primarios de las plantas de tratamiento propias. Pero generalmente el fabricante prefiere recuperarla como subproducto. Para recuperar la grasa en forma adecuada es conveniente evitar el bombeo de residuos para que no se emulsione. Normalmente se recupera cerca de la fuente, para evitar problemas de obturación de los drenajes o tuberías. Los equipos usados son desde interceptores hasta unidades de flotación con adición de sustancias químicas.

Casi sin excepción todos los residuos alimenticios son susceptibles de tratamientos biológico. Estos residuos orgánicos necesitan oxígeno para poder estabilizarse. Los microorganismos de los sistemas de tratamiento microbiológico eliminan las sustancias orgánicas por absorción y por metabolismo directo, el producto final de tales sistemas de oxidación son dióxido de carbono y agua. En estos sistemas son importantes el pH, la alcalinidad, el contenido de nitrógeno. Este tratamiento se puede llevar a cabo en filtros percoladores o por go-

teo, con carbono activado como estabilización por contacto, en las zanjas de digestión, en la digestión anaeróbica y en riego nebulizado, todos los procesos se caracterizan por el contacto que se produce entre los residuos a tratar con los flóculos biológicos que se han formado previamente. Parte de los residuos orgánicos que son susceptibles de descomposición biológica se convierten en inorgánicos y otra parte, en lodos. En algunos procesos la ausencia de aire es necesaria para la proliferación de los microorganismos que ayudarán a la rápida estabilización de los residuos, la única desventaja es la producción de malos olores.

Se ha encontrado que las lagunas aeróbicas y anaeróbicas, son más baratas que el contacto anaeróbico o los filtros por goteo, en ese orden. En la industria alimenticia se están llevando una serie de investigaciones, tendientes a desarrollar nuevos usos para los deshechos de sus plantas, pues la fabricación de humus a partir de sus residuos, algunas veces no se puede colocar en el mercado. En algunas regiones se ha optado por descargar los residuos sólidos en el mar usando barcas para transportarlos. (25)

II.B.ii.- Industria de la galvanotecnia.- La contaminación del agua en esta industria procede básicamente de las siguientes operaciones: operaciones de limpieza, que consiste en retirar de la superficie aceites, grasas, residuos de pulimento, etc.; eliminación de óxidos, herrumbre, cascarilla, etc.; proceso electroquímico mediante el cual se reviste superficialmente el metal básico con otro metal adherido galvanotécnica o químicamente; si el proceso es químico, la operación se llama de revestimiento por conversión como es el caso del fosfatizado o de las películas de óxido, típicas de las operaciones de ennegrecimiento.

En esta industria se persigue transformar la superficie de un producto de manera que resulte más resistente a la corrosión, que su dureza sea mayor, que sea más agradable a la vista, que sea más duradero, etc., en esta industria la operación más importante es el preparado de la pieza a recubrir, es decir, la limpieza.

Así, las aguas residuales contendrán residuos de detergentes, agentes humectantes, residuos de ácidos, residuos de abrillantadores y de las sustancias utilizadas para el proceso de depósito, procedentes de las operaciones de lavado y enjuague de las piezas que salen de los baños electrolíticos.

Las aguas residuales contendrán entre otros los siguientes aniones: cianuros, cromo, tanto de ácido crómico como de cromatos, entre los potencialmente tóxicos, nitratos y fosfatos.

Entre los cationes, estarán, arsénico, plata, berilio, cadmio, plomo, cromo, cobre, zinc y níquel.

Las aguas residuales de esta industria se tratan buscando precipitar las sustancias que las contaminan y ajustar el pH en rangos de la neutralidad.

El tratamiento de las aguas residuales dispone de procesos como la neutralización, oxidación-reducción, coagulación, precipitación e intercambio de iones, para resolver sus problemas.

En la neutralización de residuos acuosos procedentes de la industria de la galvanotecnia, se utilizan álcalis, pues casi todos los residuos acuosos son ácidos. Este álcali suele ser, cal o sosa cáustica líquida. La cal producirá un lodo adicional, ya que la mayor parte de los sulfatos y todos los carbonatos se precipitan.

El sistema de neutralización se controla para que el pH oscile entre 8.5 y 9.0 para que se produzca la precipitación de los hidróxidos metálicos.

Los sólidos que se forman en esta etapa de tratamiento se separan por sedimentación o filtración.

Las reacciones químicas de oxidoreducción se utilizan en el tratamiento de algunos residuos. Para la eliminación del cianuro, los residuos que lo contienen son tratados mediante una cloración alcalina, en forma continua o intermitente.

En el tratamiento intermitente se agrega sosa caústica a los residuos para elevar su pH a 10.5. A continuación se vierte cloro en una proporción constante, al mismo tiempo que sosa caústica líquida para mantener el pH por encima de 10.5. Así se consigue que se oxiden completamente los cianuros y se conviertan en nitrógeno y dióxido de carbono.



Para el cromo que contamina residuos acuosos, se usan también reacciones de óxido-reducción, en el que se reduce el cromo hexavalente en trivalente y se le precipita en forma de hidróxido crómico. Los agentes reductores son sulfato ferroso, metasulfito sódico, y el dióxido de azufre.

Cuando se utiliza sulfato ferroso se aplica una dosis dos veces superior a la teórica y el pH se mantiene por debajo de 3 para conseguir una reducción rápida y completa del cromo hexavalente. Con el dióxido de azufre y con el metasulfito, la reacción se produce casi instantáneamente en un pH inferior a 2.

El pH se eleva después hasta situarse entre 8 y 9 para que se precipite el hidróxido de cromo. La sosa caústica, lechada de cal y sosa en polvo son -

los compuestos que se utilizan frecuentemente para conseguir la precipitación. La corriente residual se sedimenta en un tanque o laguna, y así el efluente ya puede ser descargado. (26)

II.C).- Industrias contaminantes del suelo. En general todos los residuos sólidos, que en forma directa como resultado de procesos de tratamiento de gases, aire, o agua, se producen en la industria, finalmente se descargarán en algún terreno, a donde se trasladará la contaminación. En algunas de estas industrias se han implementado hornos de cremación donde los residuos sólidos son incinerados, buscando una combustión completa, esto es frecuente en la industria farmacéutica, sobre todo en aquella en que se realizan operaciones que implican el manejo de sustancias que contengan organismos vivos potencialmente peligrosos. En no pocos casos, los residuos sólidos que se obtienen como productos de la sedimentación de residuos acuosos, cualquiera que sea el punto donde se generan, se convierten en problemas de contaminación del aire.

En la actualidad no existe un reto real que la moderna tecnología de ingeniería ambiental o sanitaria no pueda enfrentar, pero en todos los casos, el muro con el que se topan todas las reglamentaciones es la incosteabilidad económica del control de la contaminación.

Por principio, la industria se opone a toda reglamentación, cuando se le habla de ella, elude su cumplimiento cuando entra en vigor, para cumplir con ella finalmente, cuando ve su obligatoriedad.

Tanto los umbrales, como las emisiones permisibles y tolerables, están sufriendo modificaciones cada día, como resultado de las investigaciones

que sobre estos temas está realizando, los gobiernos y las propias industrias, las leyes pueden ser injustas cuando no son posibles en su cumplimiento, cuando contemplan grado de pureza tal en una descarga, que no se dan en las condiciones naturales de agua o aire.

SEGUNDA UNIDAD

CAPITULO III.- LA INDUSTRIA DEL PAPEL Y SUS AGUAS RESIDUALES.

III A) Consideraciones Básicas.

Partiendo del hecho de que para producir una tonelada de pulpa se requieren de 16,000 a 160,000 litros de agua por tonelada, y considerando que la demanda de pulpa en México es de 991,000 tons. y por otro lado, sabiendo que para la producción del papel se requieren de 20,000 a 60,000 litros de agua por cada tonelada de papel producida, y que nuestras necesidades de este producto son del orden de 2 108,000 tons. para 1980; (27) se infiere la demanda de agua tan alta que tiene esta industria, y los problemas que tiene que afrontar para abastecerse, utilizar al máximo de eficiencia y deshechar en las mínimas condiciones de contaminación las aguas que usa.

Debido a que gran parte de las plantas productoras de pulpa están integradas a plantas productoras de papel, esta industria que usa la madera como materia prima, se localiza en regiones cercanas a los bosques o en aquellas donde el transporte de los troncos no resulta demasiado oneroso. Aún en la actualidad, se sigue utilizando los ríos para transportar los troncos. Por otro lado, hasta hace pocos años, las operaciones que en las fábricas de papel requerían el uso de agua para llevarse a cabo, fueron modificándose hasta formar parte de un circuito cerrado, en que el agua se utilizaba una y otra vez antes de ser deshechadas. Aún cuando pocos procesos de obtención de pulpa, pueden en un momento determinado deshechar productos tóxicos, tanto estos como los residuos acuosos de las plantas de papel se han convertido en fuente importante de contaminación en las corrientes de agua,

debido a la alta Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Tanta importancia ha adquirido la disposición de aguas residuales, que no pocas fábricas - se han decidido por establecerse en lugares donde además de contar con - agua, servicios, materia prima y mano de obra, pueden verter sus aguas - residuales sin peligro de contaminación, o donde sea posible darles a es - tas los tratamientos que las hagan inocuas.

III.-B.- Procesos Físicos y Químicos involucrados en la obtención de pulpa, celulosa y papel.

Desde el descubrimiento del papel fabricado con celulosa de bambú, el uso de fibras celulósicas procedentes de materiales como las maderas, como el algodón y el lino, como bagazo de caña, pajas, etc., se ha incrementado y se han desarrollado técnicas para la separación de las fibras celulósicas del resto de los materiales que integran las materias primas originales.

La obtención de pastas y pulpas se reduce al rompimiento de las fuerzas - adhesivas que mantienen unidas a la lignina y carbohidratos de la madera y los materiales fibrosos naturales. Ese rompimiento se efectuará con el uso de energía mecánica, química y térmica. Dependiendo del tipo de energía - usado serán las características de las pastas y pulpas obtenidas, los proce - sos usados y el tipo de contaminantes que se generen. (29)

III.B.1.-Pasta Mecánica.- La pasta mecánica se obtiene moliendo los troncos de madera o las astillas, en molinos o refinadores y la pasta obtenida se depu - ra, separándola de las astillas o nudos. La suspensión diluída se espesa y está lista para la fabricación de papel. En este proceso no se usan pro - ductos químicos y por lo tanto las aguas residuales tendrán sólo proble -



mas para separar los sólidos en suspensión. La DBO es baja, pero aumentará si la pasta se somete a procesos de blanqueo, pues estos implican el uso de productos químicos como cloro, hipocloritos, hidrosulfitos, peróxidos, que además de modificar los grupos cromóforos de la lignina, disolverán algunos compuestos de la madera que se incorporarán a las aguas residuales. (30)

III B. 2.- Pulpa al sulfato o kraft.- Para la obtención de pulpas por este proceso, los troncos de madera se reducen a astillas las cuales se someten a cocción en un licor de sosa cáustica líquida, y sulfuro de sodio. Al cocerse la madera, se destilan aguarrás y otros constituyentes volátiles de la madera, que se pueden condensar y convertirse en subproductos. Al final de la cocción de pulpa y el licor se soplan en un tanque de descarga. Esta -- pulpa y licor se diluyen con más licor negro el cuál contiene residuos de -- los reactivos usados, compuestos de la lignina y otros sólidos extraídos de la madera. La pulpa se lava en sistemas de contracorriente previa depuración de nudos o astillas sin cocer. La pulpa lavada se puede usar sin blanquear, o someterse a un proceso de blanqueo. El licor negro eliminado en las lavadoras se evapora para concentrarlo y cuando alcanza alrededor de 50% de concentración de sólidos se lleva a una unidad de evaporación de contacto - - - directo, hasta alcanzar 65% de concentración. Este licor se quema en un horno de recuperación, en donde la lignina y otros extractos de la madera - - sostienen la combustión. En este punto se agrega sulfato de sodio, que dentro de la caldera se reduce para dar sulfuro de sodio, reponiendo de esta -- manera el reactivo consumido en el proceso. La masa fundida de las sales, - se extrae por el fondo de la caldera para luego disolverla en agua, ob- - - teniendo así el llamado licor verde, el cuál está formado por sulfuro de so-

dio y carbonato de sodio. El licor verde se caustifica usando hidróxido de calcio, el cual reacciona con el carbonato de sodio, dando carbonato de calcio e hidróxido de sodio. El carbonato de calcio se precipita y se elimina por sedimentación. El carbonato de calcio formado se lleva a un espesador - y luego en un horno se calcina para dar óxido de calcio, esto es cal viva, - la cual al apagarse con agua reacciona para dar hidróxido de calcio, el que de nuevo se emplea en la caustificación. (31)

El hecho de que en este proceso se tenga recuperación de reactivos, han permitido que este método tenga la DBO más baja de todas las pulpas químicas.

Este método tiene un gran uso, porque permite la obtención de pulpas de alta calidad, de gran resistencia y que se pueden aplicar a diferentes tipos de maderas, lo que lo hace muy versátil.

La contaminación que hay que considerar en este caso, es la producida por sólidos en suspensión, las sustancias orgánicas biodegradables, el color, - la espuma y las sustancias que son potencialmente tóxicas para la vida acuática. (28)

III B 3.- Pulpas al sulfito.- Este fué el primer proceso de obtención de pulpa usada en América, por la abundancia de maderas con bajo contenido de resina. En este método se utiliza un sulfito de calcio, amonio, magnesio, sodio, y con excepción del proceso de magnesio, no existe una recuperación de reactivos propiamente dicha.

En este proceso, se parte de una combustión de azufre o alguno de los minerales que lo contenga, obteniendo el dióxido de azufre que se lleva hasta la parte inferior de torres empacadas con materiales como carbonato de calcio -

(piedra caliza) y una corriente de agua espreada en la parte superior, o -
bién inyectando una solución acuosa de hidróxido de amonio a contracorriente
con el dióxido de azufre, o bién una solución óxido de magnesio, obteniendo
los reactivos necesarios para efectuar la reacción de cocción de la madera -
con tres variantes de este proceso, esto es con: bisulfito de calcio, bisul-
fito de amonio y bisulfito de magnesio. Después de la cocción, la pulpa se
lava y si se desea se blanquea. Las pulpas obtenidas en estos procesos son -
las más blancas que se pueden obtener.

El licor que se obtiene después de la cocción, está constituido por agua, -
sólidos como sulfonatos cálcicos, amónicos o magnésicos de la lignina, pento-
sas y hexosas provenientes de la hidrólisis de las hemicelulosas, el resto es
bisulfito del catión correspondiente, junto con otras sales inorgánicas como
sulfato de calcio y algunas sales orgánicas.

Por problemas económicos y de contaminación durante muchos años se ha inves-
tigado sobre la recuperación de los reactivos, pero de hecho la sola concen-
tración del licor plantea problemas graves de incrustación sobre las superfi-
cies de intercambio de calor.

El quemado de los sólidos con base de calcio, rinde dióxido de azufre y sul-
fato de calcio, y su recuperación dista mucho de ser económicamente atracti-
va. Sin embargo, el uso del propio licor de sulfito como aglutinante de ca-
rreteras, se ha practicado por mucho tiempo. Se han usado los sólidos con-
centrados de licor, para adhesivos, aglutinantes, emulsiones, modificadores
de suelos, agentes tensoactivos, se han usado también para la obtención de -
la vainillina.

Los sólidos de la base de amoníaco, se queman y se recupera energía térmica,

pero el azufre todo se convierte en dióxido de azufre, que si se puede recuperar desde el punto de vista técnico. El amoníaco presente en el licor sulfítico, en el horno da amoníaco y agua y se pierde de este modo.

En el proceso a base de magnesio, los licores sulfíticos se queman y producen dióxido de azufre y óxido de magnesio, los cuales son susceptibles de recuperación. (32).

La contaminación producida por las fábricas de pulpa al sulfito es muy alta, la más alta por lo que toca a DBO, las aguas residuales contaminan con los sólidos en suspensión y con el color.

III B. 4.- Pulpas semiquímicas.- La contaminación que se produce al usar estos métodos se encuentra entre la producida por las pulpas químicas y la pasta mecánica.

Todos los métodos de obtención, contemplan la separación de las fibras por ataque químico, usando los reactivos de los procesos normales aunque en menores cantidades, se usa la molienda o el tratamiento con vapor. Para la recuperación de los reactivos se han utilizado con éxito incineraciones a base de lechos fluidificados. Con esto las aguas residuales llegan a los valores de DBO, que tienen las aguas residuales del proceso kraft. Pero los materiales recuperados, no se utilizan directamente en el proceso al sulfito, sino que se venden a otras fábricas principalmente aquellas que procesan pulpas al sulfato. (33)

III B 5.- Pasta Termomecánica.- Recientemente la industria productora de pasta para periódico, ha instalado nuevas plantas en donde la madera convertida en astillas, se suaviza con un precalentamiento, y luego se muele en refinadores. El uso de agua, por este proceso es menor, que la que se necesita pa-

ra producir pasta mecánica, pues en el último proceso, el agua se usa para enfriar la superficie de la piedra del molino. Por lo tanto se abate enormemente la contaminación por este proceso, la única desventaja que tiene es el alto consumo de energía eléctrica.

B. 6.- Pasta de Papel Destintado.- El reciclado de papeles usados, han ayudado en gran medida a cubrir la demanda de materiales fibrosos de la industria del papel. Gran parte del reciclaje solo implica procesos físicos de desintegración, depuración y espesado, para que las fibras celulósicas se incorporen al proceso de fabricación de papel. En el proceso de destintado, el reciclaje se realiza después de someter los papeles usados a un proceso químico mediante el cual las tintas se separan de las fibras.

Existen diferentes tipos de papeles susceptibles de recuperarse por procesos de destintado, entre los más solicitados se encuentran los papeles de escritura y los papeles de periódicos impresos.

Existe una clasificación que se sigue internacionalmente, (28) de los diferentes tipos de papel que se pueden reciclar, estableciendo los porcentajes de materiales indeseables que pueden contener, así como los materiales que se prohíben en cada caso, en esta clasificación se encuentra el papel que se usa para destintar, en sus diferentes grados.

Dos métodos se utilizan comúnmente para destintar, en Europa y algunos países de Sud-América, se emplea el llamado proceso de flotación, en tanto que en los Estados Unidos y México se usa el proceso de eliminación de tinta por lavado.

Los dos métodos se usan para destintar cualquier tipo de materia prima, sin

embargo, el proceso de flotación se usa con mayor éxito en los papeles que contienen cargas, desde luego los rendimientos en este proceso, son bajos y en casi todas las fábricas de papel, el uso de esta pasta se tendrá que complementar con pulpa química.

En el proceso de flotación se usan productos químicos como sosa caústica líquida, silicato de sodio, peróxido de hidrógeno, hidrosulfito de sodio, carbonato de sodio, dispersantes y tensoactivos que permiten que las tintas que se separan de las fibras, floten con la espuma, y que en celdas llamadas de flotación esta espuma cuya formación se produce por inyección de aire o por la disposición especial de las corrientes de alimentación del fluido, se separa usando espumaderas, eliminando de este modo los componentes de las tintas.

En el proceso de destintado por eliminación de tintas en el lavado, al igual que en el método de flotación, el papel de desperdicio previamente escogido, se desintegra en un hidrapulper, formando una suspensión acuosa de 5 a 6% de consistencia. El agua se agrega en dos pasos, al terminar el primero, se agregan los productos químicos que según la literatura sobre la materia, (34) normalmente son hidróxido de sodio, silicato de sodio, dispersantes y tensoactivos de algunas de las marcas que existen en el mercado. En el hidrapulper se efectúa el destintado propiamente dicho, pues la acción de los productos químicos en los componentes que mantienen a las tintas adheridas a la superficie del papel, permite la penetración, la hidrólisis, saponificación y finalmente la emulsión de adhesivos, aceites, pigmentos y colorantes que constituyen las tintas. Al mismo tiempo que la agitación en el hidrapulper proporciona la energía mecánica para desfibrar el papel, los productos químicos actúan, en ambas operaciones coadyuva la energía térmica, pues el destintado

tado se efectúa entre 35 y 60°C. Después de un tiempo de molienda de alrededor de 30 minutos, la pasta se descarga en un tanque, de donde se envía a los depuradores de alta consistencia (4.5 - 5.0%), en donde se eliminan materiales pesados como: gravas, grapas, vidrios, trozos de metal, etc., en estos -- equipos la depuración alcanza eficiencias de hasta 70%, la pasta depurada, se envía a los desfibradores (deflakers), en donde los trocitos de papel que no se hayan desfibrado en el hidrúpulper, en estos equipos por la acción de discos metálicos a presión (3.5 Bar), lo hagan. El siguiente paso lo será el -- prensado de la pasta en prensas con un sistema de tornillo, en donde se alcanzan consistencias de 16 a 20%. El agua que drena de este equipo a través de una platina horadada, se envía a un DSM Screen el cual consiste en segmentos metálicos curvos, cuya superficie está formada de pequeñas ranuras, la suspensión se hace inducir para que siga la trayectoria de los segmentos, de modo -- que la fibra se retiene y el agua se elimina, la pasta recuperada en este -- equipo, se incorpora al flujo principal en el tanque de descarga.

La pasta espesada en las prensas se diluye inmediatamente después, pues la salida de los equipos es una tolva en donde se agrega agua que procede de la segunda etapa de lavado. La pulpa diluída se conduce hasta las cribas vibratorias, en donde la pasta se hace pasar a través de platinas horadadas, que rechazarán todos los materiales cuyo diámetro sea mayor que las horadaciones, o que queden atrapados en las platinas, como: trozos de películas plásticas, -- trozos de espuma plásticas, por las que la tinta tiene gran afinidad y provocan graves problemas en la producción del papel, ixtle, trapos, estopas, también se separan materiales que no se depuraron en los depuradores de alta consistencia. La pasta diluída y cribada se recibe en un tanque de donde se alimenta el sistema de lavadoras el cual opera a contracorriente, en tres etapas.

En la primera etapa, la pasta entra a la lavadora a una consistencia de 1.0%, en el tambor rotatorio, la pasta se separa del tambor para transferirse a un cilindro de hule de donde una cuchilla lo separará y lo hace caer a una tolva en donde un sistema de aspas horizontal, agita la pasta que tiene de 6 a 8% de consistencia. En este compartimento del repulper entra una tobera que alimenta agua proveniente de la tercera etapa de lavado, de modo que la pasta se diluye y se alimenta a la segunda etapa de lavado, en donde se repite el proceso y la pasta lavada se vuelve a diluir usando agua limpia. Esta pasta se alimenta a la tercera etapa de lavado, en donde al lavarse la pasta cae a un tanque, al que se alimenta vapor para mantener la temperatura que requiere el proceso de blanqueo. Pues en la entrada de la bomba que transfiere esta pasta, se alimentan los productos químicos que modificando los grupos fenólicos de la ligninas a su forma leuco, elevará la blancura de la pasta. El tiempo de reacción necesario para que efectúe el blanqueo, se consigue alimentando la pasta a una torre por la parte inferior. Opuesto a la entrada de la pasta hay un agitador. La pasta sigue una trayectoria ascendente. En la parte superior de la torre hay otro agitador, con estos agitadores y con la forma de la torre, se evita la formación de volúmenes muertos. El tiempo de reacción es de 30 a 45 minutos, y la blancura que se obtiene puede ser hasta de 62%, aunque normalmente se sacrifica la blancura para obtener mayores rendimientos, lo cual implica menor pérdida de sólidos y menos contaminación por DBO.

El efluente de la primera etapa de lavado, se envía a un tanque llamado de agua a hidrapulpers, pues esta agua sirve para preparar las cargas en esos equipos. El agua excedente, se descarga al drenaje. El segundo efluente se emplea para diluir la pasta prensada, y también la pasta que entra a las cribas vibratorias, y el tercer efluente, se utiliza para diluir la pasta

que sale de la primera etapa de lavado y que se va a alimentar a la segunda etapa.

De esta forma solo se tienen dos descargas al drenaje, la que procede del - DSM screen y la descarga del primer efluente.

En la planta productora de papel por el proceso de destintado, donde se realizó el trabajo de investigación motivo del presente informe, el proceso de fabricación de papel se realiza con 100% pasta destintada, no se agrega ni - se ha agregado cantidad alguna de pulpa química. En esta planta, se reciclan 100% periódicos usados y el papel producido se usa para la impresión de periódicos, en el año fiscal 78-79 la producción fué de 47,528 tons. y el consumo de agua alcanzó 103,000 litros / Ton. de papel.

El uso del papel no ha significado mayores problemas que los que se tienen con los obtenidos usando incluso fibra virgen, y los costos de fabricación fueron en el mismo período antes mencionado, más bajos que los que se tuvieron en plantas similares en los Estados Unidos y desde luego más bajos que los papeles - que para el mismo uso se fabrican en México.

Los contaminantes de las aguas residuales, serán básicamente sólidos suspensión, DBO, color, y sales producto de la reacción destintados y los excedentes de los productos químicos usados en la reacción de destintado.

III. B.7.- FABRICACION DE PAPEL.

La fabricación de papel requiere al igual que la producción de pastas y pulpas de una gran cantidad de agua, y la contaminación de esta dependerá de los tipos de papel que se fabrique, pues a cada tipo de papel requerirá de aditivos especiales, y desde luego tratamientos especiales.

Es interesante en forma somera conocer los distintos contaminantes que se pue-

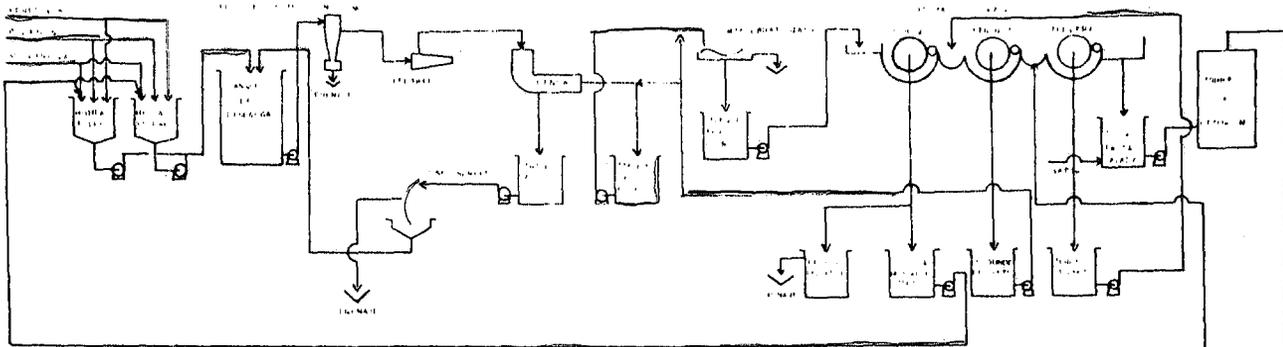
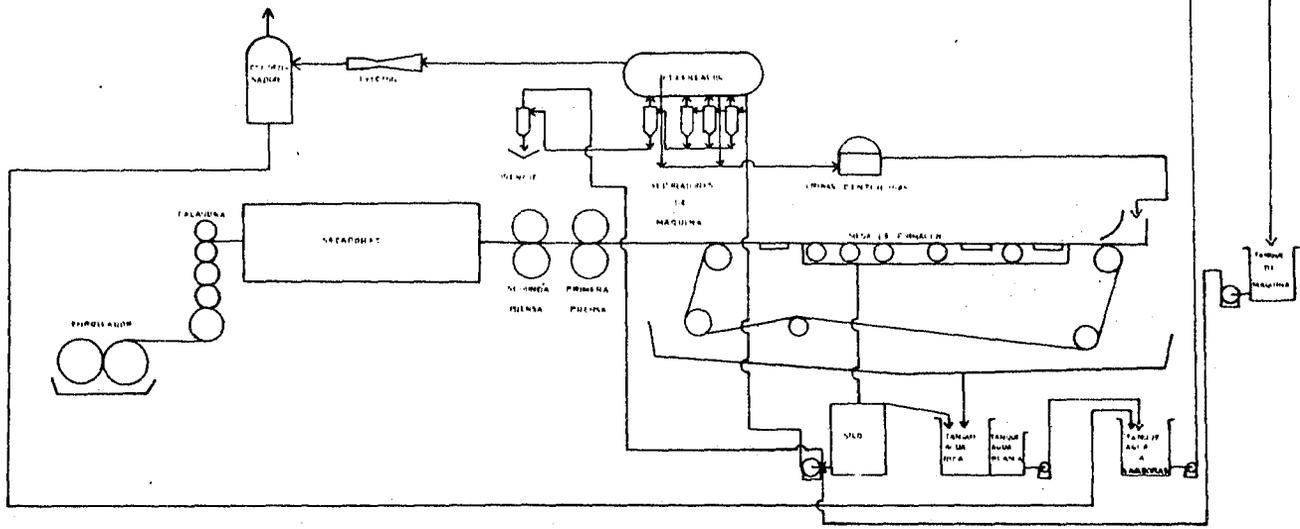


DIAGRAMA DE FLUJO DESTINTADO Y MAQUINA DE PAPEL



den esperar en las aguas residuales, analizando los distintos tipos de papeles fabricados, así tenemos:

a.i) Papeles que se fabrican con aditivos en la masa.- Entendiendo que la fabricación de papel consiste en la formación de una hoja en la que las fibras celulósicas se entrelazan entre sí, y que para conseguirlo estas fibras deberán estar en una suspensión acuosa, de modo que al drenarse el agua sobre una malla plástica o metálica, las fibras se depositen por acción de la gravedad, pero también llegan a existir atracciones del tipo de fuerza de Van der Waals, por otro lado, las fibras en suspensión presentan cargas eléctricas en su superficie, y cuando se trate de mezclas de fibras diferentes, se buscará que el potencial Zeta sea cero o muy próximo a este -- valor, pues de lo contrario existirá una repulsión de cargas que dificultará la formación de la hoja y el drenado del agua.

Para modificar este potencial, se suelen utilizar aditivos que se agregan en la pasta antes de que esta entre a la mesa de formación del papel, así se tienen entre otros; almidones catiónicos o aniónicos, ayudas de retención, que son polímeros sintéticos que proporcionarán cadenas con cargas opuestas a las existentes en las superficies de las fibras. Además de favorecer el drenado y la formación de la hoja, estos compuestos darán mayor resistencia al papel. Estos compuestos se usan tanto en los papeles de escritura, como en los papeles de empaque.

Para aumentar la opacidad del papel e impedir que la escritura o la impresión se vea a trasluz, se utilizan materiales con índices de refracción mayor que el de las celulosas, o bien materiales con tamaño de partícula tal que se produzcan desviaciones de la luz por reflexión en tal cantidad que no sea posible el paso de esta a través de la hoja, en el primer caso se encuentra el dióxi-

do de titanio en sus formas cristalinas de rutilo y anastasa, la tierra de diatomáceas y el caolín, y en el segundo el carbonato de calcio micronizado.

Frecuentemente se tendrán que colorear los papeles y tanto los colorantes como los pigmentos se agregan en la masa, aunque actualmente existe una marcada tendencia a colorear solo en la superficie usando el equipo existente en las prensas de encolado, cuando la hoja ya se está secando, con esto el agua de fabricación no se contamina con los colorantes.

En la fabricación de papeles de escritura, formas continuas o papeles de impresión que requieren de resistencia al paso de las tintas o al paso del agua, se utilizan resinas naturales o modificadas a base de abietatos de sodio, las cuales se hacen precipitar en la superficie de las fibras confiriendo al papel la característica llamada de encolado. Para precipitar el resinato se utiliza una solución acuosa de ácido sulfúrico y sulfato de aluminio. De esta forma el ácido sulfúrico abate el pH a los niveles en los que la precipitación y el tamaño del flóculo es mayor.

Los papeles que requieren de wet-strength, se fabrican agregando a la pasta una resina que permita establecer enlaces entre las fibras al sufrir un proceso de polimerización en caliente. De tal suerte que los papeles así obtenidos no se desintegran en el agua, en tanto no se hidrolice la resina que les confirió esta propiedad.

Así pues, los aditivos que se agreguen en la masa, se encontrarán aún cuando sea en trazas en las aguas residuales.

a.ii) Papeles que reciben tratamientos en size press.- Una vez que la hoja ha sido formada y que el agua ha sido drenada, por medio del desgote o vacío,

se transfiere a un sistema de prensas en el que la presión obliga al agua a transferirse a un fieltro absorbente, y la hoja se pone en contacto directo con la superficie caliente de un cilindro secador, calentado con vapor de agua, hasta obtener la humedad de equilibrio del papel con el ambiente. Antes de finalizar la operación de secado, existe un equipo el cual distribuye uniformemente una solución de productos que sea capaz de impartir alguna cualidad específica al papel. Este sistema se llama size press. La solución que se alimenta suele ser almidones cocidos que impedirán que las fibras superficiales se separen fácilmente; soluciones de glucosa, urea, alcohol polivinílico, soluciones de fungicidas. Todas estas soluciones solo contaminarán el agua residual cuando se laven los equipos o cuando se derramen por error.

a.iii) Papeles sin ningún tratamiento.- En este tipo cae el papel fabricado con pasta destintada, pues no se agrega ningún tipo de aditivo que le confiere propiedades especiales. Sin embargo, en este como en otros papeles, se agregan a la masa materiales que ayudarán a mantener limpio el proceso como son talcos, las cantidades son del orden de 5 a 7 kilos por cada tonelada de papel producida. El talco en las suspensiones acuosas desarrolla cargas superficiales positivas por lo que tiene afinidad con materiales adhesivos a los que absorbe e impide de este modo que tapen la tela, se peguen en las superficies calientes de los secadores, rasguen la hoja, o bien ensucien la calandria, marque la hoja, y ocasionen reventadas en el embobinado o en los equipos de desenrollado en donde se usan finalmente.

En algunas plantas se agregan en distintos puntos del proceso, substancias que actúan como biocidas, manteniendo el nivel de microorganismos en el sistema en niveles que no causan problemas. De no hacer esto, los microorga-

nismos proliferarían de modo tal en el sistema que se desprenderían de paredes y tuberías causando reventadas en el lado húmedo de la máquina, es decir interrupciones en la producción. El medio les proporciona una buena temperatura, alimento de modo que se controlan con estos materiales, que aún cuando se añaden en cantidades muy bajas, se deben controlar con sumo cuidado.

b) Abastecimiento de aguas.- La industria del papel, como ya se mencionó anteriormente, se ha establecido en lugares cercanos a las fuentes de abastecimiento de sus materias primas como la madera y la pulpa, pero no pocas veces la localización se definirá tomando como base la abundancia de agua y la facilidad para descargar las aguas residuales. Lo más común, es que el agua provenga de ríos cuyo caudal no mengüe en el estío de forma que ponga en peligro la continuidad de las operaciones. Por otro lado, la calidad del agua es importante aunque no pocas veces se tendrán que utilizar aguas muy duras, con altos contenidos de fierro, con sólidos en suspensión, coloreadas, que incluso requerirán de un tratamiento previo antes de usarse en el proceso.

Los tratamientos incluirán sedimentación, coagulación, decantación, ablandamiento, etc. Cuando más impura sea el agua mayor es el costo de su tratamiento, lo que se tiene que considerar tomando en cuenta los volúmenes normalmente usados en la industria. Cuando se tienen aguas duras, es común que solamente se ablande el agua que se use en procesos que resultan afectados por la incrustación o precipitación o por reacciones químicas indeseables, -

de tal forma que las corrientes tratadas sean pequeñas.

También se usan aguas de corrientes formadas por deshielos y aguas extraídas de pozos profundos. En el último caso también pueden presentarse problemas de dureza y de cationes polivalentes, es posible también que las aguas alumbradas de los pozos sean valiosas desde el punto de vista térmico. En fábricas situadas en ciudades importantes, la red de abastecimiento municipal no suministra el total de la demanda, además de que las industrias se ven obligadas a reciclar al máximo este líquido, las fábricas instalan pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales, que incluyen lodos activados, si esto se hace necesario, y de esta forma obtienen el agua para sus procesos.

c) Disposición de aguas residuales.- En la siguiente unidad se analizan con detalle, los tipos de disposición de las aguas residuales de la industria de la pulpa y del papel. En México después de un ligero tratamiento para abatir los sólidos sedimentables, las aguas se descargan a corrientes, al drenaje municipal, sin que se haya puesto atención en las consecuencias de estas actividades incontroladas. Así, que en el verano, cuando los niveles de las corrientes de agua, alcanzan su mínimo valor afloran bancos formados por astillas, fibras, sólidos, etc. que se sedimentaron en los lugares de baja velocidad de la corriente, como no se dispone de oxígeno, la descomposición es anaerobia dentro de la masa y aerobia en la superficie del banco. Esto en el caso de que el agua residual solo presente sólidos en suspensión. Desafortunadamente en México los trabajos de investigación sobre este tema prácticamente no existen y lo que ocurra con las aguas después de que éstas fueron deshechadas no preocupa a los industriales, hasta que haya una demanda o reclamación por los usuarios de las aguas corriente abajo, o por aquellos

que sufran las consecuencias de la contaminación. Y con mucha frecuencia las soluciones que se analizan distan mucho de ser profundas y definitivas y se encaminan al terreno de las relaciones públicas barnizando el problema con colores menos desagradables, pero sin que la decisión sea el resultado del análisis y de la investigación.

T E R C E R A U N I D A D .

CAPITULO IV.

Uso del efluente de una fábrica de papel destintado en agricultura.

PRIMERA FASE.

IV.-A.- ANTECEDENTES.- Como ya se mencionó en la introducción de este trabajo, la decisión de ubicar la planta que procesando periódicos impresos por un proceso de destintado, permitiera la fabricación de papel para periódicos sin la utilización de fibra virgen, en un área agrícola de escasa precipitación pluvial y que por lo tanto impide el desarrollo de la agricultura si no se cuenta con un abastecimiento seguro, continuo y confiable del agua, conllevó la decisión de buscar la reutilización de las aguas residuales que en flujos considerables serían deshechadas por la planta.

En el capítulo III, sección III. A.6, se describió en forma somera el proceso de destintado, y para el objetivo de este estudio la información allí proporcionada es suficiente puesto que toda la información adicional se obtuvo en otras fuentes que en su oportunidad serán citadas.

La planta se localizó en una área expropiada al Ejido San Miguel en el Mpio. de Villa de Reyes San Luis Potosí, es la única planta en México y en Latinoamérica que utiliza este proceso, por lo tanto no existía experiencia previa de si las aguas residuales serían convenientes para el riego agrícola; ni de la magnitud de los tratamientos a que se debía de someter el efluente, si esto era necesario, para eliminar componentes o constituyentes que significaran un peligro real para los cultivos, para el suelo o para la salud.

Así pues en 1974 al mismo tiempo que los trabajos de construcción se realizaban,

se inició el estudio que permitiría establecer la viabilidad del proyecto de irrigación con aguas residuales. Los ejidatarios y las autoridades carecían de los elementos de juicio que les permitieran formarse un criterio objetivo, y desafortunadamente les llegaba información que aún carente de toda veracidad o con cambios sustanciales en su contenido predisponían su ánimo y su voluntad.

Para cumplir con el Reglamento de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, y para que la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos otorgara el permiso de descarga del agua residual y el uso de la misma a los ejidatarios, era necesario presentar ambas solicitudes por escrito. Se formó a petición del Director de la Planta un comité interinstitucional que con el apoyo del Gobernador del Estado, buscaba reunir todas las corrientes interesadas en el uso de estas aguas, así participaron: la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la Secretaría de Agricultura y Ganadería, la Secretaría de Fomento Industrial y la Secretaría de Fomento Agropecuario del Estado, El Banco de Crédito Rural del NorEste, la Liga de Comunidades Agrarias y la Secretaría de la Reforma Agraria, entre otras. En las reuniones de este comité se presentaban por parte de la planta los argumentos soportados en la investigación bibliográfica y de campo.

Este comité continuó sus reuniones periódicas hasta 1977 en que ya trabajando la planta y usando los ejidatarios el efluente por dos años consecutivos se tuvieron resultados que permitieron que en 1978 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, otorgara un permiso precario para la descarga de las aguas sin ningún tratamiento.

Es el objetivo de este estudio reseñar la metodología de la investigación realizada, así como los resultados que se obtuvieron tanto en los experimentos como en los cultivos comerciales.

IV.B.- REVISION BIBLIOGRAFICA.- El primer paso de la investigación, consistió -

en consultar la bibliografía en forma exhaustiva, dicha consulta comprendió un período de 28 años (1947-1974), siendo las fuentes revisadas las siguientes:

Abstract Bulletin of The Institute of Paper Chemistry-----1951-1974
 Bibliographic Services. Institute of Paper Chemistry -----Nos. 254,255 y
 256.
 Chemical Abstracts.-----1947 -1974
 Journal of The American Water Works Association-----1965 -1972
 Journal of Water Pollution Control Federation-----1966 -1974
 Sewage and Industrial Wastes-----1951 -1959
 Water and Sewage Works-----1952 -1971
 Water Pollution Abstracts-----1967 -1972

Posteriormente, esta información se fué actualizando, así en 1975 se actualizó en Chemical Abstracts 1975, en Science Citation Index de 1970 a 1975, en el -- Abstracts Bulletin of The Institute of Paper Chemistry de 1966 a 1975, en las - revistas TAPPI, Pulp and Paper Canada, Water and Sewage Works, Water and Waste Treatment y Water Research de 1975.

La información anterior se vió complementada con boletines del National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI), con los boletines y manuales de la Enviromental Protection Agency (EPA).

La investigación Bibliográfica estuvo orientada a los siguientes temas:

- Tratamientos de efluentes de fábricas de papel.
- Características de Efluentes de fábricas de papel y especialmente de procesos de destintado.
- Riego de cultivos con efluentes tratados y sin tratar, tanto en la industria del papel como en otras industrias.

- Modificaciones del suelo regado con efluente.

Al ir revisando la Bibliografía se vió la necesidad de profundizar en temas - específicos para lo que se acudió a la literatura especializada, mucha de la cual no será mencionada en este trabajo, por estar fuera del alcance de este estudio la discusión, sin embargo sirvió de soporte a las investigaciones o - para la interpretación de los resultados.

La revisión bibliográfica se puede resumir del siguiente modo:

IV.B.1 Resumen de la revisión bibliográfica.

IV.B.1.1.- Tratamiento de efluentes de fábricas de papel destintado.

Las técnicas que se han aplicado para purificar los desechos acuosos de las plantas destintadoras de papel se han orientado principalmente a dos aspectos: eliminación de materia sólida en suspensión; eliminación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Para lograr la eliminación de la materia sólida en suspensión, se utilizan métodos que comprenden la sedimentación planar primaria en todos los casos y de ser necesario se emplean tratamientos secundarios o biológicos en que la acción bacteriana desempeña un papel básico para degradar la materia orgánica que permanece aún después de la sedimentación primaria.

Sedimentación Primaria.- Esta operación se efectúa dejando reposar el efluente en depósitos de grandes dimensiones durante un tiempo aproximado de dos horas. Con ello se logra eliminar hasta el 95% de la materia orgánica en suspensión y alrededor del 30% de la DBO (35).

La eficiencia de la sedimentación es dependiente de diversos factores como el diseño de los depósitos, la adición de coagulantes, las concentraciones de só-

lidos y la DBO. Es posible realizar la sedimentación en varios depósitos sucesivos; asimismo se utilizan productos químicos coagulantes para facilitar la precipitación y la recolección del lodo. En este caso el costo de los coagulantes es de hecho la principal limitación si se considera que se procesan grandes volúmenes de efluente. (36)

En la sedimentación primaria no solo se depositan y eliminan los sólidos sedimentables, sino que se dá comienzo a la acción de los microorganismos sobre la materia degradable, de tal manera que la operación tiene igualmente carácter biológico aunque en menor escala.

Los métodos que han sido utilizados para sedimentar la materia en suspensión de los efluentes de destintado son:

Sedimentación planar: en lagunas y estanques de sedimentación.

Clarificación por flujo ascendente
coagulación química.

Los procedimientos más simples y más antiguos para la eliminación de los sólidos son los de lagunas y estanques, en los que la remoción de impurezas se lleva a cabo dejando solamente reposar el líquido en superficies al aire libre. Las lagunas son depósitos de gran extensión y configurados en forma irregular, el período de retención teórico del efluente es de uno a tres meses y no se efectúa procedimiento alguno para la remoción de los lodos formados. La profundidad de las lagunas es aproximadamente de 10 m y debido a problemas de malos olores, solamente se usan cuando se dispone de grandes áreas aisladas - alejadas de poblaciones. Los estanques en cambio son depósitos de menores dimensiones que las lagunas, poseen conformación regular que permite remover los lodos, y el tiempo de reposo es de 24 a 48 horas (37). Normalmente se requiere de varios estanques ya que es necesario eliminar el sedimento formado, por lo que el sistema es rotatorio para permitir excavar el fondo de los estanques para la siguiente carga. Estos sistemas son también biológicos pues la acción bacteriana desempeña un papel de primer orden. El hecho de que la permanencia del efluente en esos depósitos es quieta y prolongada determina que la absorción superficial sea el principal medio de oxigenación, lo cual no es del todo suficiente para mantener la cantidad de oxígeno disuelto requerido en el sistema.

El uso de tanques de sedimentación ha sido muy amplio. Estos tanques se construyen generalmente con mayor capacidad de la requerida en un principio previendo futuros cambios en el flujo o en la concentración de sólidos. El derrame se controla por medio de placas vertedoras de longitud suficiente para minimizar la velocidad de flujo y la alimentación del tanque se regula por medio de paredes amortiguadoras para evitar que la turbulencia ponga en movimiento el lodo ya sedimentado. La sedimentación también se ve

rá afectada por la gravedad específica del efluente, el tamaño de las partículas, la temperatura y la presencia de aire en el efluente. La sedimentación mejora cuando se emplean dispositivos desaeradores. Las temperaturas excesivamente altas crean corrientes que impiden la sedimentación natural de los sólidos.

La eliminación de los sedimentos ya espesados requiere de la succión que se ejerce sobre éstos, así como que la línea de descarga de los mismos, sea lo más corta posible y sin curvaturas entre la bomba y la línea de succión. Se utilizan bombas de desplazamiento positivo o centrífugas, dependiendo de la consistencia del lodo.

La utilización final de los lodos determina la distancia de bombeo. La práctica más común para disponer de los lodos es dejarlos en lagunas o depósitos a flor de tierra, lo que permite su deshidratación gradual y su compactación.

En los tres procedimientos anteriormente mencionados, la alimentación a los estanques, tanques o lagunas se hace por la superficie, sin embargo existen procedimientos en los que el efluente se introduce en las unidades de tratamiento por el fondo (38), de tal modo que su ventaja es que se filtra a través del banco de lodo que se ha formado previamente. Los resultados indican que con un período de retención de 1-2 horas se obtienen promedios de asentamiento de sólidos suspendidos del orden del 90%, lo que supera los resultados del sistema clásico. El nombre genérico de los procedimientos que tienen este tipo de alimentación se designa como clarificadores de flujo as

cedente.

Por lo que respecta a los tratamientos de sedimentación y flotación añadiendo sustancias químicas coagulantes, estas se consideran eficientes para remover hasta el 90% de sólidos suspendidos, pero resultan prohibitivos, considerando la magnitud de los volúmenes a tratar (36).

En la coagulación química se emplean entre otros los siguientes productos químicos: cal, ácido sulfúrico, alúmina, ácido sulfúrico y alúmina, sílica, sílica activada y alúmina, sílica activada y cal, cal y alúmina, sales de fierro (hidróxidos), sales de magnesio.

En diferentes plantas se emplean tratamientos primarios que involucran diversos fenómenos físico-químicos para reducir materia suspendida y DBO, como reactores-clarificadores y adición de coagulantes. Para ejemplificar se mencionará el proceso por el que el efluente se trata con ácido sulfúrico para regular el pH y se hace pasar por una reja de barras y desarenador antes de entrar al depósito alimentador de la planta de tratamiento que puede contener alrededor de 1 700 m³. De este depósito, el líquido se bombea a un clarificador primario de 23 m de diámetro, donde se le añaden los reactivos de floculación. Y una turbina de velocidad variable colocada en el centro del tanque proporciona agitación para la formación de flóculos de tamaño y densidad tales, que se acelere el asentamiento. El lodo que se deposita en el fondo se bombea a un clarificador espesador de 16 m de diámetro y el efluente primario clarificado fluye por gravedad hacia el tratamiento biológico siguiente. Este reactor clarificador reduce los sólidos suspendidos de 2 000 a 100 ppm, el DBO de 800 a 400 ppm y el COD de 2600 a 900 ppm, este

equipo está diseñado para manejar 7 500 m³ por día (39).

Tratamiento biológico.- En la mayor parte de los casos en que los efluentes del proceso de destintado reciben tratamiento primario de sedimentación planar, se requieren tratamientos secundarios en los que la acción de los microorganismos caracterizan las operaciones, aunque, de hecho ésta dá comienzo desde que el efluente sale del proceso y continúa a través del sistema de sedimentación.

El tratamiento secundario puede definirse como la forma de remover a través de medios biológicos los materiales del efluente que demanden oxígeno.

En los tratamientos secundarios se utilizan diversos procesos y combinaciones que se pueden sintetizar como sigue:

Sedimentación activada

Aeración en estanques o lagunas de oxidación

Acción de filtros de escurrimiento o de arena

Riego de aspersion

El mayor volumen de DBO que contienen los efluentes de destintado se encuentra en forma disuelta y no se puede eliminar totalmente por sedimentación o coagulación química. El proceso de sedimentación activada se adaptó a través de diversas investigaciones (36), (37), (40) para utilizarse en la purificación de estos desechos industriales, especialmente para la eliminación del DBO.

El proceso consiste en agitar el efluente al que previamente se ha hecho pasar por sedimentación primaria, con aeración, añadiéndose al líquido, matriz bacteriana proveniente de los flóculos de la operación anterior, o sea el lo-

do activado que está formado por materia orgánica conteniendo principalmente bacterias filamentosas y unicelulares, de las cuales se nutren los protozoos y metozoos presentes. De este modo se logra que se metabolice la materia orgánica presente y por otra parte que los sólidos en suspensión remanentes, se depositen por gravedad en la sedimentación posterior a la que es sometido el líquido.

La aeración del sistema constituye la parte medular del proceso, ya que los microorganismos participantes son aeróbicos. Tienen estos, tres principales funciones:

- 1.- Transferir oxígeno para mantener las condiciones aeróbicas del sistema biológico.
- 2.- Mezclar el efluente con las partículas flotantes.
- 3.- Mantener suspendidas dichas partículas.

La aeración de la mezcla puede efectuarse de dos formas:

- i.- Difusión de aire por burbujeo constante desde el fondo.
- ii.- Agitación mecánica en la superficie.

Un factor importante para alcanzar suficiente tiempo de retención y lograr eliminar la materia orgánica presente, es el tamaño de los tanques donde se realiza la aereación. Estos depósitos suelen ser rectangulares, su profundidad entre 3 y 4.5 m, su anchura 9 m., y es deseable que la relación longitud anchura de la superficie sea mayor de 5 a 1 (41).

El equipo para difundir el aire pueden incluir ventiladores centrífugos o de desplazamiento positivo. Los de tipo rotatorio se utilizan en instalaciones

que requieren presiones de 0.21 a 0.70 Kg/cm² y si la presión y el volumen de aire aumentan, se considera más adecuado económicamente, el uso de turbo-compresores.

El equipo para difundir el aire está diseñado para formar pequeñas burbujas, incrementando así el área de contacto hasta que se alcance la máxima eficiencia al transferir el oxígeno (42). El equipo difusor es de tres tipos básicos: unidades difusoras de orificio pequeño; aeradores de choque o de chorro; unidades de difusión de orificio grande. Algunos de los problemas operacionales asociados con el equipo son la obstrucción de los difusores, la formación de espuma, el mantenimiento de sólidos en suspensión. Todos estos problemas se pueden evitar tomando las acciones que se requieran.

En la agitación superficial se aplican aeradores diseñados para introducir oxígeno atmosférico o para dispersar aire comprimido de una turbina. Esta forma de aeración se aplica en el 75% de las plantas de tratamiento por su simplicidad y economía.

Los períodos de aeración son variables en el proceso; se relacionan con el grado de acción de los microorganismos y ello depende de las condiciones del sistema, encontrándose frecuentemente datos en los que el tiempo oscila entre 4 y 8 horas, eliminándose más del 90% de la DBO. (35)

Uno de los aspectos más importantes para realizar con éxito este procedimiento es el de la "aclimatación" de los microorganismos, para lo cual se recogen después de una sedimentación primaria, parte de los flotantes mezclando con agua concentraciones de 1500 mg/l (40) y se colocan en un agitador y aerador por un período de 6 horas. Se deja sedimentar y la parte flotante se transfiere nuevamente a otra operación y se repite así seis veces, hasta que se determina la eficiencia del proceso biológico.

En los tratamientos industriales se efectúa recirculación controlada del lodo activado en cantidades variables según las características del proceso.

Este proceso se ha usado con gran éxito, cuando el efluente se mezcla en aguas negras (40).

Por lo que respecta a los nutrientes que contiene el efluente y que propician buena acción bacteriana, se considera que lo favorecen y son definitivos en los resultados, las relaciones entre el contenido de Carbono y los contenidos de Nitrógeno y Fósforo. Esta relación debe ser de 200/5/1 en las aguas, asegurando con esto la mayor actividad biológica sin problemas nutricionales. Se encontró en la literatura información sobre la relación COD/N/P de 1100/22/11 es decir de 100/2/1, por lo que para alcanzar el valor considerado óptimo se requiere la adición de nitrógeno (40).

Los requerimientos de aire en un sistema de sedimentación activada para efluentes de destintado son de aproximadamente 18.7 m^3 de aire por metro cúbico de efluente.

Existen variaciones operacionales en los procedimientos que permiten resultados altamente satisfactorios, como los que se muestran en la siguiente tabla IV.I.

TABLA IV. I

Característica	Entrada	Sedim. Primaria	Final
COD PPM.	2600	900 (65%)	200 (92%)
BOD PPM.	800	400 (50%)	20 (98%)
Sólidos en Susp. PPM	2000	100 (95%)	35 (98%)
Temp. °C	32	29	24
pH	8.5	8.5	7.6

Con el fin de separar los lodos que se forman en el tratamiento biológico,

cuando éste termina, se efectúa una sedimentación final de la que se recircula una parte de lodo que se forma (activado) a las cámaras de aereación, y la mayor fracción pasa a un colector general de lodos, de donde se conduce a las operaciones de filtración a vacío para concentrarlos o a los tanques o lagunas de oxidación.

El tratamiento biológico de los efluentes de destintado puede realizarse mediante los sistemas de lecho fijo o fluido (36). En los primeros se emplean los filtros de escurrimiento que provocan superficies sobre las cuales los sólidos activados del lodo pueden desarrollarse a medida que el efluente atravieza el medio.

Recientemente, los filtros de escurrimiento de material plástico se han aplicado a estos tratamientos ya que proporcionan más área por unidad de volumen (43). La eficiencia del proceso depende del desarrollo de sólidos activos por unidad de lodo acumulado en el medio.

La fracción de arcillas (caolines, contenidos en los papeles con carga o recubiertos) o polvos minerales (negro de humo), que contiene el efluente, actúa contra la acumulación de depósitos de microorganismos filtrantes altamente activos.

En las lagunas y estanques donde se efectúa la sedimentación del tratamiento primario, si no se utiliza medio alguno para mantener la concentración de sólidos activos, la oxidación continúa a muy bajo ritmo. La remoción de DBO depende de las características del efluente, de los nutrientes y de la agitación superficial, los tiempos de retención se dan en días y el efluente puede descargarse a un tanque secundario también de tierra, o directamente verterse a una corriente o utilizarse para irrigación.

La industria de la pulpa y el papel, al igual que la industria alimentaria, utilizan el riego por aspersión, como un tratamiento biológico de sus aguas residuales, las que asperjan sobre bosques o sobre terrenos preparados expro feso, los cuales sirven de filtro a las aguas. Estas, primero por infiltración y luego aprovechando la permeabilidad de los suelos y el drenaje prediseñado de los mismos, se depositan pendiente abajo en cuerpos receptores de agua que los descargan sin ningún problema en las corrientes.

Las aguas para ser asperjadas requieren de estar exentas de sólidos sedimentables o en suspensión. Se utiliza este método en zonas áridas o en aquellas donde la precipitación pluvial es escasa, de modo que se tengan humedades relativas muy bajas, y las evaporaciones sean muy altas, por lo que se pierde una gran cantidad de agua al evaporarse.

También el riego por aspersión se ha utilizado en el cultivo de pastos y vegetales, con bastante éxito.

La mayor cualidad de éste método es su economía al reducir la DBO de niveles altos hasta valores muy cercanos a cero.

El riego por aspersión es un medio muy efectivo para remover el color oscuro característico de los efluentes del proceso de destintado ésto se logra por actividad biológica que se desarrolla a su paso a través del suelo, así como por adsorción en los componentes del suelo principalmente en aquellos de tipo arcilloso montmorolinítico. También los sólidos disueltos como fosatos, nitratos, etc., se reducen por adsorción, precipitación química, intercambio iónico, transformación bioquímica y adsorción biológica (42).

El uso de efluentes de procesos de destintado, en riego por aspersión en cul

tivos agrícolas, tiene sus limitantes, porque normalmente su contenido de sodio es elevado y la relación de sodio, calcio y magnesio favorece al primero, significando esto un peligro potencial para el suelo, que puede cambiar sus iones calcio y magnesio y sustituirlos por sodio, con la consiguiente defloculación del suelo. El uso de estos efluentes ha hecho necesario la realización de estudios determinando los efectos, que ocasionan los distintos tipos de efluentes, las variantes que implica su uso respecto a las características y propiedades del suelo, así como el uso de fertilizantes modificadores de los mismos. (44).

Es obvia la influencia del suelo en lo que a velocidad de infiltración se refiere; los suelos arcillosos presentarán dos resistencias, a la infiltración primero, y a la permeabilidad después. Así que una gran cantidad de agua que sea depositada en la superficie de un suelo con estas características, quedará en la superficie y terminará por evaporarse. En tanto que en un suelo arenoso, la mayor cantidad de agua será eliminada aprovechando la alta infiltración y permeabilidad del suelo, en el caso de que las partículas que componen el suelo tengan tamaños mayores (V.gr.:grava), se presentará la percolación.

Manejo de lodos.- La fracción sedimentable de los efluentes de procesos de destintado, representa un volumen apreciable de material cuyo manejo y utilización son problemas asociados con el tratamiento.

Al procesar 100 toneladas de papel en una planta destintadora, se producen aproximadamente 133 000 litros de lodo con un contenido de sólidos de 8 a 10%, y si se remueve a menor consistencia el volumen será mayor (38).

El manejo inmediato de los lodos involucra dos alternativas para su concen-

tración: secado en lagunas y filtración a vacío.

En el secado en lagunas, el tratamiento consiste en dejar reposar los lodos en lagunas de tierra al aire libre para que la evaporación y la permeabilidad del suelo disminuyan su volumen. La operación se completa al cabo de varios meses. Hasta que se logra un secado completo y una compactación deseable.

Se utilizan por lo menos tres lagunas para permitir, que mientras una se llena otra se seque y otra se excave.

El sedimento se compacta durante y después de cada adición de lodo. Para 100 toneladas diarias de papel procesado se requeriría una laguna cuya capacidad fuese de $250,000 \text{ m}^3$ para alojar los lodos acumulados en un mes, por lo que serían necesarias tres lagunas para que el secado y la compactación se efectuasen en dos meses, mientras se llena en el transcurso de uno. Al final de los dos meses el lodo se habrá compactado alrededor de un 40% de su volumen original. Con base en estas cantidades, el volumen por excavar sería del orden de $2,000 \text{ m}^3$ al mes. El promedio de profundidad es de 1.3 metros.

Los lodos también se pueden concentrar por filtración a vacío antes de ser depositados sobre la superficie de la tierra o de ser utilizados como escombro.

El lodo que se colecta en la sedimentación primaria y en el tratamiento biológico, se bombea desde un depósito colector hasta el equipo filtrador que concentra su contenido de sólidos de 8-10% hasta 30-40%. Para esta concentración mecánica se utilizan filtros de vacío de los tipos de tambor o de disco y se están utilizando centrífugas. Su funcionamiento se ve condicionado por el mantenimiento de variables como concentración de sólidos del -

lodo alimentado, magnitud del vacío, acondicionamiento del lodo, eficiencia de recuperación y necesidades de mantenimiento.

Los fitros de disco son generalmente menos costosos que los de tambor y tienen mayor uso para filtrar grandes volúmenes de sólidos. Sus ventajas son el poco requerimiento de espacio y las grandes áreas de filtración que se pueden obtener. Sus desventajas incluyen dificultades en la agitación del lodo, - frecuencia de cambio de la cubierta del filtro, baja velocidad rotacional y contenido de humedad que casi nunca iguala el obtenido con filtros de tambor (35).

Con buenos resultados se utiliza equipo centrífugo para lodos de destintado; su eficiencia se afecta por el contenido de sólidos del lodo alimentado y por el flujo del mismo. La recuperación de sólidos se incrementa en forma proporcional al contenido de sólidos del lodo, y decrece al aumentar el flujo de entrada.

La utilización del lodo acumulado en los procesos de destintado de papel, - constituye un problema trascendente por las grandes cantidades en que se produce. La investigación surgida por el uso de deshechos sólidos, realizada - por el National Council Stream Improvement, Inc. (45) ha dado como resultado las siguientes recomendaciones de uso:

- 1.- Manufactura de productos aglutinados. (material de empaque).
- 2.- Producción de energía térmica.
- 3.- Utilización como relleno para Aglutinados y materiales de construcción.

También se han realizado estudios para aprovechar los lodos como acondiciona-

dores del suelo (46).

IV.B.1.2.- Características de los efluentes de procesos de destintado.-

Además de investigar en la literatura la composición de los efluentes del proceso de destintado, se hicieron análisis físico-químicos de muestras procedentes de una planta que utiliza el mismo proceso de la planta de San Luis Potosí, y que cuenta con una máquina de fabricación de papel, que es gemela en su parte húmeda de la que se instaló en México, la cuál se encuentra en Pomona en California U.S.A., sabiendo que esta información distaba mucho de ser la que se tendría en la planta mexicana, se tomo como indicativa.

La composición de los efluentes es variada y compleja y depende del tipo de papel que se vaya a destintar, de los productos químicos usados en el proceso, de la recirculación que se tenga en la planta, del equipo usado, del tipo de papel que se fabrique, entre otros. Sin embargo los principales constituyentes del efluente de una fábrica que procese periódicos usados, estará constituida por: fibras de celulosa, lignina, hidróxido de aluminio si este fué utilizado en la fabricación del papel del que provienen los periódicos usados (papel periódico del Sur de los Estados Unidos), pigmentos de las tintas (negro de humo), vehículo de la tinta (aceite mineral), abietato de sodio, (cuando la madera con la que se fabricó el papel original es resinosa), los remanentes de los productos químicos usados en el proceso de destintado casi todos alcalinos con altos contenidos de sodio (silicatos, fosfatos), así como residuos de los surfactantes usados los cuales pueden ser biodegradables, y restos de los productos usados para incrementar la blancura del producto terminado.

Se pudo construir un análisis tipo esperado como el que sigue: Cuadro IV. II

CUADRO IV. II

ANALISIS ESPERADO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

pH	7.5
Conductividad Eléctrica	1100.0 micromhos/cm
Sólidos sedimentables (Cono de Imhoff)	150 ml/litro
Sólidos disueltos	2250 ppm
Cationes:	
Calcio	2.50 meq/litro
Magnesio	1.50 meq/litro
Sodio	6.00 meq/litro
Potasio	0.15 meq/litro
Total de cationes:	10.15
Aniones:	
Carbonatos	-----
Bicarbonatos	2.50 meq/litro
Cloruros	2.00 meq/litro
Sulfatos	6.50 meq/litro
Total de Aniones:	11.00 meq/litro
DBO	700 ppm

* % de Carbonatos + Bicarbonatos / Suma de Aniones = 22.72

* Salinidad Efectiva = 6.5 meq/litro

* Salinidad Potencial = 5.25 meq/litro

* Carbonato de Sodio Residual = 0.50 meq/litro

* Porcentaje de Sodio Posible = 92%

* Relación de Adsorción de Sodio = 4.24

* Ver los valores para clasificación en la tabla IV. III.

Así se conocieron los parámetros sobre los que se enfocaría toda la atención: sólidos sedimentables y en suspensión DBO, contenido de sodio, y conductividad eléctrica.

TABLA IV. III

PARAMETROS PARA LA CLASIFICACION DEL AGUA DE RIEGO (49) (52)

	CLASIFICACION			
	BUENA	CONDICIONADA	NO RECOMENDABLE	ECUACION
Conductividad Eléct. Micromhos/cm (CE)	< 750	750-2250	> 2250	
Salinidad Efectiva (SE)	< 3.0	3 a 15	> 15	*
Salinidad Potencial (SP)	< 3.0	3 a 15	> 15	SP=Cl+1/2 SO ₄
Relación de Adsorción de sodio (RAS)				RAS=Na $\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}$
Carbonato de Sodio Residual (CSR)	< 1.25	1.25 a 2.50	> 2.50	CSP=(CO ₃ +HCO ₃)-(Ca+Mg).
Contenido de Boro (ppm)	< 0.30	0.5 a 4.0	> 4.0	
Contenido de Cloruros (meq/l)	< 1.0	1.0 a 5.0	> 5.0	

* La SE se calcula con alguna de las siguientes fórmulas:

- 1.- Si $Ca > CO_3 + HCO_3 + SO_4$ $SE = \sum \text{cationes} - (CO_3 + HCO_3 + SO_4)$
- 2.- Si $Ca < CO_3 + HCO_3 + SO_4$ $SE = \sum \text{cationes} - Ca$
- 3.- Si $Ca < CO_3 + HCO_3$ pero $Ca + Mg > CO_3 + HCO_3$ $SE = \sum \text{cationes} - (CO_3 + HCO_3)$
- 4.- Si $Ca + Mg < CO_3 + HCO_3$ entonces $SE = \sum \text{Cationes} - (Ca+Mg)$

Estas eran las limitantes que se tenían que estudiar para definir la viabilidad de uso del efluente en agricultura, y la necesidad de tratamiento previo al uso.

IV.B.1.3.- Riego de Cultivos con efluentes tratados y sin tratar.-

El uso de efluentes domésticos en agricultura ha sido practicado en todas las latitudes, tanto después de haber sido sometido a tratamiento como sin tratar, las limitantes han sido la contaminación biológica (microorganismos patógenos) y la contaminación con materiales tóxicos o metales pesados. En México las aguas negras de la Ciudad de México, han sido usadas en riego agrícola desde 1886 en lo que ahora es el Distrito de Riego 03 de Tula Hgo., los contenidos de material orgánico son altos y las conductividades en el estío alcanzan valores del orden de 1200 micromhos-cm, los contenidos de sodio alcanzan valores superiores a 10 meq/litro con RAS de 7, siendo las cosechas de ese distrito, las que presentan los más altos rendimientos del país. La variedad de cultivos es muy amplia, desde los tradicionales de maíz y frijol, hasta alfalfa, calabaza, jitomate, ajo, etc. (47)

Los criterios para el uso del agua no se basan solo en las características de esta, sino en las de los suelos, en el clima y en el tipo de cultivos que se pretenda irrigar.

La naturaleza de los sólidos en suspensión que presentan las aguas negras, difieren de los contenidos en los efluentes de fábricas de papel, en los altos contenidos de materiales celulósicos que presentan los segundos (polisacáridos de compleja estructura molecular), y en la cantidad de nutrientes que llevan, siendo altos en las aguas negras, lo que facilita su descomposición e incorporación al suelo.

Las características que determinan la calidad del agua para riego son: la concentración total de sales solubles; la concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes; la concentración de elementos que puedan ser tóxicos; la existencia y naturaleza de sedimentos.

La concentración total de sales solubles en las aguas de riego, para fines de diagnóstico y clasificación, se expresa en términos de conductividad eléctrica. Se consideran satisfactorias para el riego de cualquier suelo todas las aguas que presenten conductividad eléctrica menores de 750 micromhos/cm, aún cuando existen cultivos sensibles que se ven afectados por aguas con conductividades entre 250 y 750 micromhos/cm. Las aguas cuya conductividad eléctrica varía entre 750 y 2250 micromhos/cm se usan comúnmente, obteniéndose con ellas un crecimiento adecuado de las plantas, siempre que haya un buen manejo de las aguas y un drenaje eficiente; sin embargo las condiciones de salinidad del suelo se presentarán si el lavado y el drenaje no son adecuados.

Los constituyentes inorgánicos solubles de las aguas de riego, reaccionan con los suelos en forma iónica. Siendo los principales cationes: sodio, calcio y magnesio, con algo de potasio. Los aniones principales, son sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y cloruros. El peligro de sodificación que presentan las aguas de riego en los suelos está determinado por las concentraciones absolutas y relativas de los cationes. Si la proporción de sodio es alta, será mayor el peligro de sodificación, y al contrario, si predomina el calcio y el magnesio, será menor. (49).

Propiedades del suelo de importancia en el riego.-

Se debe tener en cuenta que el agua de riego sigue todo un ciclo desde el

momento en que se deposita en el suelo, ya sea procedente de la lluvia o del riego en cualquiera de sus modalidades. El agua en el momento de depositarse en el suelo, inicia un movimiento de infiltración en el suelo, la rapidez con que este movimiento se efectúa es una característica del suelo. Si el suelo presenta una capa superficial que impida la filtración, el agua no penetrará y se deslizará superficialmente. Cuando el agua ha penetrado al suelo y éste posee un buen drenaje el agua continúa descendiendo hasta que ocupe todo el volumen disponible entre las partículas del suelo. Si existe una barrera dentro de los horizontes o capas del suelo que impida el paso del agua entonces buscará otra salida.

El agua retenida en el suelo contiene los elementos nutrientes para las plantas, en solución, así como las sales que se disolvieron del suelo y las sales que ya estaban disueltas en el agua. Esta agua la toman las raíces de las plantas y asciende por los tallos hasta evaporarse por las hojas, integrándose de esta forma a la atmósfera. Aún cuando no existan plantas, la energía solar provoca la evaporación directamente de la superficie del suelo, de tal modo que cuando esto ocurre, la capa más superficial de la tierra presenta un déficit de agua respecto a capas más profundas y la dirección del movimiento del agua se invierte, de modo que si cuando en la superficie existía una concentración alta de agua el gradiente hidrostático y la acción de la gravedad, impelían el agua hacia dentro del suelo, cuando disminuye esa cantidad el movimiento se invierte, sobre todo en condiciones de alta evaporación en que se produce un fenómeno de capilaridad.

Quando llueve o se irriga un suelo, las sales solubles se integran a la solución como soluto. Las plantas tienen diferentes necesidades de estas sales, sin embargo; sus necesidades son mínimas. Si la precipitación pluvial

o la cantidad de agua que se usa para el riego, es mayor que la que se requiere para llevar al suelo a su capacidad de campo, el agua continúa desplazándose fuera de la región radicular, y con ella se van las sales. Cuanto menor sea la lámina de riego y ésta solo contemple el uso consuntivo que tienen las plantas, tanto más cerca de las raíces se encontrarán las sales. A medida que ocurre la evaporación, se presenta la concentración de la solución del suelo, hasta un punto en que la presión osmótica alcance valores que inhabiliten a la planta a tomar el agua y los nutrientes, reduciendo en esa forma el crecimiento de la misma. Se pueden utilizar para riego, aguas moderadamente salinas, a condición que se aplique un exceso, para que las sales se lixivien de la zona de las raíces. Se sabe que la concentración de sales en el extracto de saturación del suelo para fines prácticos se considera como 5 a 10 veces el valor de la conductividad del agua de riego. Conociendo estos valores y la tolerancia que tienen los diferentes cultivos a la salinidad, se eligen aquellos que sean tolerantes a la salinidad que presente el agua de riego.

Para que sean efectivos los sobrierriegos, y se logre la disolución y remoción de las sales a zonas no peligrosas para las plantas, se requiere un buen drenaje del suelo, pues de lo contrario, si existe una barrera (tepetate) que impida el libre paso del agua es posible que se forme un nivel freático con altas concentraciones de sales, las cuales, por el fenómeno de capilaridad antes descrito afloran a la superficie y precipitan sobre el suelo, dándole a éste el aspecto blanquizco típico de los suelos ensalitrados.

El suelo es una mezcla compleja de materias inorgánicas y orgánicas que contiene comúnmente una gran variedad de organismos vivos y muertos, incluyendo bacterias, hongos nemátodos uni y multicelulares, moluscos, insectos, anélidos y animales superiores; el suelo proporciona anclaje y sostén a las

plantas, las que extraen de él los nutrientes y el agua que necesitan.

Por otro lado, las partículas de forma irregular que constituyen el suelo, varían en tamaño de acuerdo a la proporción de partículas de diversos tamaños se clasifican en diferentes texturas.

Los suelos se presentan en capas distintas. Cuando las capas tienen su origen en procesos de formación de suelos se denominan horizontes. El perfil del suelo es un conjunto de horizontes o capas presentados para su examen en las paredes verticales de un pozo llamado agrológico, el cual se excava en el terreno. La parte más importante del suelo es la superior que es la capa arable, pues en ella se efectúa la siembra y los cultivos de las plantas que ahí se establecen. Posteriormente al crecer las plantas, las raíces interesan otras regiones del subsuelo, que tiende a ser menos rico en nutrientes, pero es igualmente importante que la capa superficial en lo que a suministro de agua corresponde.

Cualquiera de los horizontes o todos ellos pueden tener un drenaje libre, de tal modo que el agua pueda pasar libremente hacia abajo, a través de ellos; sin embargo, pueden contener cantidades más o menos grandes de materiales impermeables, que provoquen una acumulación local de agua.

Las partículas de forma irregular que constituyen el suelo, no se ajustan estrechamente unas a otras, por lo que siempre quedarán espacios entre ellas, y el volumen relativo de los huecos entre el material sólido se llama porosidad. El espacio poroso puede contener aire o agua o ambos a la vez. Cuando todo el espacio poroso está lleno de agua, se dice que el suelo está saturado. Esta condición no es estable, la fuerza de la gravedad hará que el agua descienda de una zona hacia las zonas inferiores, no saturadas.

Cuando se llega al equilibrio el suelo se encuentra a la capacidad del campo, la atracción de la gravedad se ve aumentada por la de tensión superficial - que se presenta en la cubierta de agua que rodea a cada una de las partículas del suelo en las zonas en que los espacios de los poros no están completamente llenos. Cuánto más delgada sea la película de agua en torno a las partículas de suelo, tanto mayor será la tensión superficial y la succión ejercida. Cuando se presenta una capa seca por encima de una húmeda, la tensión superficial actúa en sentido opuesto a la gravedad e incluso puede superarla, de modo que el agua asciende por capilaridad.

En los suelos arenosos se almacena poca agua pero la mayor parte del líquido se retiene con una succión relativamente baja; en los suelos arcillosos el contenido máximo de agua es elevado, pero gran parte del líquido se retiene con una alta succión. Si los riegos son frecuentes en un suelo arenoso, las plantas crecerán más rápido en ellos.

Hay un punto de succión total en que el agua no pasa ya de la tierra a las raíces; entonces las pérdidas por evaporación y transpiración en la planta sobrepasan al índice de absorción y el follaje se marchita. Esta característica se conoce como porcentaje de marchitez permanente (PMP).

La cantidad de agua entre los valores de capacidad de campo y el porcentaje de marchitez permanente, se conoce como humedad aprovechable. Cuando el suelo está lleno de agua, las plantas la pueden absorber con facilidad, conforme se reduce el contenido en el suelo, aumenta la succión y la absorción se hace más difícil, hasta que llega al PMP y si no se carga agua a la planta muere (50).

Cuando en las regiones semidesérticas la precipitación pluvial es muy baja

esta resulta insuficiente para lavar las sales al suelo y ocurre un ensalamiento por mal manejo del agua y del suelo aún con aguas de conductividad eléctrica muy baja. La denominación del suelo salino se aplicará siempre que la conductividad en el extracto de saturación sea de 4000 micromhos/cm a 25°C o mayor. En las regiones áridas el lavado es de naturaleza local y las sales solubles no pueden ser transportadas lejos. Esto ocurre no solamente porque hay poca agua para lavar y transportar las sales, sino también a consecuencia de la elevada evaporación característica del clima árido, que tiende a concentrar las sales en los suelos.

Quizá unos de los aspectos más importantes a considerar, cuando se abren nuevas áreas a la irrigación sea el asegurarse de que tienen un buen drenaje, y de no ser así dotarlos de este.

Las partículas pequeñas del suelo denominadas arcillas adsorben y retienen cationes a consecuencia de las cargas eléctricas que existen en su superficie. Una vez que los cationes adsorbidos se han combinado químicamente con las partículas del suelo, pueden ser reemplazadas por otras partículas que se encuentren en la solución del suelo. La reacción por la que un catión en solución reemplaza a un cation adsorbido se llama intercambio de cationes. Los cationes de sodio, calcio y magnesio son rápidamente intercambiables. Muchas clases diferentes de minerales y materiales orgánicos que se encuentran en los suelos poseen propiedades de intercambio y en conjunto se conocen como complejo intercambiable.

Se distinguen tres tipos de suelos asociados con excesos de sales solubles y sodio intercambiable.

Suelos salinos - no sódicos

Suelos sódico - salinos

Suelos sódico - no salinos

Se considera que un suelo es salino - no sódico, cuando su conductividad en el extracto de saturación es mayor de 4000 micromhos/cm a 25°C con un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) menor de 15. Generalmente el pH es menor de 8.5. En estos suelos el establecimiento de un drenaje adecuado, permite eliminar por lavado las sales solubles, volviendo a ser nuevamente suelos sin problemas de sales.

Casi siempre los suelos salinos presentan en su superficie costras blancas - de sal. El sodio en estos suelos casi siempre representa menos de la mitad - del total de cationes solubles y por lo tanto no es adsorbido en forma importante.

Los suelos salinos casi siempre se encuentran floculados, no habiendo problemas de permeabilidad.

Se llaman suelos sódico-salinos, aquellos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4000 micromhos/cm y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15. Este tipo de suelos se forma como resultado de los procesos combinados de salinización y acumulación de sodio. El pH casi siempre es menor de 8.5 y las partículas permanecen floculadas. Cuando estos suelos se someten a lavado, los suelos se convierten en suelos sódicos-no salinos. Lo anterior se debe a que al disminuir la cantidad de sales en la solución parte del sodio intercambiable se hidroliza para dar hidróxido de sodio, que a su vez puede dar carbonato de sodio. De esta forma el suelo puede hacerse más alcalino, entonces las partículas se dispersan y el suelo se deflocula lo cual es desfavorable para los cultivos, pues dificulta las labores

de labranza, disminuye la infiltración y la permeabilidad al aire y al agua, la germinación se dificulta porque las plántulas no pueden emerger. Estos problemas persistirán hasta en tanto no se elimine el exceso de sodio en la zona de cultivo.

Quando los suelos contienen en forma natural yeso, aún cuando la solubilidad es baja, el calcio se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable. El calcio y el magnesio se adsorbe en el suelo con mayor firmeza que el sodio.

Los suelos sódicos no salinos son aquellos cuyo porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15 y la conductividad del extracto de saturación es menor de 4000 micromhos/cm y el pH es de 8.5 a 10. Estos suelos se presentan en las regiones áridas y semiáridas en áreas pequeñas e irregulares, conocidas como manchas de álcali negro, estos suelos son impermeables. Siempre que en los suelos no se encuentre yeso, el lavado y drenaje de los suelos sódicos salinos conduce a la formación de suelos sódicos. En los suelos altamente sódicos en los que el pH es alto, la materia orgánica se disuelve y se dispersa, depositándose en la superficie de los suelos a los que confiere un color negro (álcali negro). A un pH muy elevado y en presencia de iones carbonato, el calcio y el magnesio precipitan, predominando el ión sodio, el que sustituye a éstos en el complejo de intercambio, ocasionando un desequilibrio eléctrico en la micela coloidal, en la que deja cargas negativas residuales, por lo que las partículas se repelen y, como consecuencia, el suelo se deflocula y pierde su estructura. (51) (52).

Índices para definir la calidad del agua de riego.- Estos índices se basan en las características químicas del agua, y definen la conveniencia de usar las aguas en el riego agrícola, tomando en cuenta la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades de los suelos, las condiciones climatoló

gicas y el uso de aguas y suelos.

En párrafos anteriores se ha visto el efecto de las sales y del sodio inter cambiabile sobre el suelo, por lo que aquí se mencionarán los índices y se - hablará brevemente de su significado.

Conductividad eléctrica.- Es una medida de la cantidad de sales presentes - en el agua, se expresa en micromhos/cm a 25°C, e indirectamente mide la pre sión osmótica.

Salinidad efectiva (SE).- Este término se aplica a la salinidad existente - después de que hayan precipitado las sales menos solubles: carbonatos de -- calcio y magnesio y sulfato de calcio, los que en ese momento dejan de par- ticipar en la presión osmótica de la solución del suelo.

Salinidad Potencial (SP).- Cuando la humedad aprovechable llega a valores - inferiores al 50%, las últimas sales en precipitar son los cloruros y parte de los sulfatos. La salinidad potencial es un índice para estimar el peli- gro de estas últimas sales que quedan en solución, a bajos niveles de hume- dad y que por lo tanto aumentan considerablemente la presión osmótica.

Relación de adsorción de sodio (RAS).- Es uno de los índices más difundidos para medir el peligro de sodicidad para el suelo.

Carbonato de Sodio Residual.- (CSR).- Cuando en el agua de riego el conteni do de carbonatos y bicarbonatos es mayor que el de calcio mas magnesio, exis te la posibilidad que se forme carbonato de sodio, debido a que por su alta solubilidad, puede permanecer en solución aún después de que hayan precipi- tado los carbonatos de calcio y magnesio. En estas condiciones la concen- tración total y relativa del sodio puede ser suficiente para desplazar el - calcio y el magnesio del complejo de intercambio, produciendo la deflocula-

ción del suelo.

Porcentaje de Sodio Posible (PSP).- El peligro de desplazamiento del calcio y el magnesio en el complejo de intercambio del suelo, empieza cuando el contenido del sodio en solución llega a ser más de la mitad de los cationes disueltos. El porcentaje de sodio en solución en el agua de riego no es suficientemente representativo de este peligro, debido a que ya en el suelo, las sales menos solubles precipitan, y por tanto el porcentaje de sodio en solución aumenta relativamente.

Una vez que se ha establecido la calidad del agua de riego se tendrá que pensar en los tipos de cultivos que se establecerán, para lo que se tomará en cuenta su resistencia a la salinidad y a la sodicidad o a iones tóxicos, además de las condiciones climatológicas y el tipo de suelos.

Resulta obvio que si el sodio es adsorbido por fenómenos de superficie con más facilidad en suelos con altos contenidos de partículas pequeñas (arcillas) el uso de aguas con este problema potencial, solo se debe practicar en suelos arenosos, donde el peligro de defloculación del suelo sea menor, procurando también que exista un buen drenaje.

Además los suelos con un bajo contenido de materia orgánica presentan menor estabilidad estructural y por lo tanto pueden ser modificados fácilmente por el sodio. Cuando se aplica materia orgánica a un suelo, su velocidad de infiltración aumenta, así pues ésta mejora los suelos e impide el deterioro del suelo, pues los microorganismos la utilizan como fuente energética, y la actividad de éstos induce la agregación estable de partículas del suelo (53).

Manejo de suelos y aguas en zonas semiáridas respecto de la salinidad y sodicidad.- El establecimiento de una área de riego, no termina en suministrar agua suficiente para el riego, se tienen que tomar las medidas necesarias para evitar la acumulación de sales y sodio en el suelo. Como las sales se mueven con el agua, la salinidad dependerá directamente del manejo -

de agua, o sea del riego, lavado y drenaje.

Es común en el país que la conducción del agua de riego se haga en canales sin revestir y que las pérdidas por conducción sean en algunos casos tan altas como 60%, esas pérdidas agravan los problemas de drenaje, y deben impedirse, tanto para evitar el ensalitramiento, como para aprovechar al máximo el agua disponible.

Quizá el aspecto más importante a considerar en el manejo del agua, sea la definición del método de riego que se desea usar, y esto depende de la topografía, de las características del suelo, de la disponibilidad del agua y su contenido de sales solubles, de la salinidad original del suelo, de si existen o no sedimentos en el agua y de la naturaleza de estos, etc.

Los métodos más comunes de riego son: por inundación, por surcos, por aspersión y por subirriación. El riego por inundación puede ser por melgas o por cajete: arroz, alfalfa, trigo. Este método se usa en áreas pequeñas bien niveladas.

El riego por surcos se usa en cultivos en hilera y se recomienda en los lugares de topografía accidentada. Con este método las sales tienden a acumularse en los camellones, ya que el lavado ocurre solamente en el fondo de los surcos. Donde se practica el barbecho antes y después de los cultivos, este también servirá para homogeneizar el contenido de sales en el suelo.

El riego por aspersión es el más costoso de todos, en este método se tiende a aplicar poca agua y a menos que se tenga un interés muy especial no se logrará el lavado necesario para mantener el balance adecuado de las sales.

La necesidad de lavado, se define como la fracción de agua de riego necesario para que se percole a través de la zona de las raíces para controlar la sali-

nidad en un determinado nivel. Depende de la concentración de las sales - presentes en el agua de riego y de la máxima concentración permisible en la - solución del suelo. La concentración máxima (con excepción de las costras salinas depositadas en la superficie del suelo) ocurrirá en la parte infe-- rior de la zona radicular.

El lavado puede llevarse a cabo almacenando cantidades considerables de a- gua en el suelo superficial mediante diques o bordos, con lo que se logra un movimiento del agua hacia abajo a través del suelo.

Cuando se tienen problemas de sodio intercambiable, se utilizan mejoradores químicos para que se sustituya el sodio intercambiable. Los mejoradores son normalmente los siguientes: yeso, azufre, ácido sulfúrico, roca caliza moli- da, entre los más comerciales, pues aún cuando técnicamente es posible la - utilización de otros compuestos, su uso resulta prohibitivo desde el punto - de vista económico.

El yeso, reacciona con el sodio del complejo de intercambio y forma sulfato de sodio, que se puede eliminar por lavado. En el caso del azufre y del áci do sulfúrico, estos solamente se usan en suelos con altos contenidos de car- bonatos de calcio. El azufre es transformado por las bacterias sulfhídricas en trióxido de azufre, el cual con el agua del suelo forma el ácido sulfúri- co, que reacciona con los carbonatos para formar el sulfato de calcio, ocu- rriendo la substitución del calcio por el sodio y la eliminación del sulfato de sodio en el lavado. Excepto cuando se usa azufre, los suelos deben lavar se inmediatamente después de la aplicación del mejorador, por que el lavado lo disuelve y lo transporta hacia abajo, eliminando también las sales solubles de sodio. Cuando se usa azufre se debe dar tiempo a que se realice la oxida ción microbiológica, pero en este caso el suelo se debe mantener húmedo por- que la humedad es esencial para la actividad microbiana. (55).

Problemas que presenta el desarrollo de los cultivos en suelos salinos y sódicos.- Las investigaciones a este respecto son muy amplias, señalándose entre otras: pobre germinación de las semillas y dificultad de las plántulas para emerger por lo que se hace necesaria la resiembra; disminución en el agua que toman las plantas a causa del incremento en la presión osmótica en suelos salinos; decremento en la absorción de elementos nutrientes, con la acumulación de elementos tóxicos. Se ha establecido que cuando las plantas crecen en suelos salinos de modo que en el área de sus raíces se encuentran soluciones concentradas de sales, disminuye su talla y pueden tener un color verde amarillento, sin que se presente ningún otro cambio en su apariencia. También se sabe, que la salinidad puede alterar la nutrición de las plantas pues se ha establecido que en presencia de una gran cantidad de sulfatos, decrece la cantidad de calcio que toma la planta y se promueve una mayor cantidad de sodio. Por otro lado, las investigaciones han permitido determinar que en un medio salino, las plantas retardaban la síntesis de las proteínas, aún cuando se presentasen grandes cantidades de carbohidratos y nitrógeno en los tejidos de las plantas.

Cuando los suelos presentan alcalinidad, básicamente debido a un alto contenido de sodio intercambiable, la materia orgánica se disuelve, y algunas veces también las pequeñas raicillas de las plantas.

Cuando hay problemas de salinidad y sodicidad en los suelos la aereación e infiltración son muy pobres y por lo tanto no se mantiene un suministro adecuado de oxígeno en los poros del suelo.

En el uso de aguas salinas o sódicas, se debe tomar en cuenta que al abatir se la disponibilidad del agua e incrementar la presión osmótica de la solución del suelo, los valores pueden ser tan altos que no sea posible para --

las plantas tomar toda el agua que requieran para su libre desarrollo, así que dependiendo de esa concentración y de la tolerancia de los cultivos, - los riegos en su frecuencia se incrementarán con el fin de mantener en el suelo la suficiente cantidad de agua que diluya las sales y que abata la presión osmótica permitiendo a las plantas su absorción, esto significa - que habrá necesidad de mantener a las plantas con suelos más húmedos de lo normal tanto en tiempo como en cantidad, con lo que se puede en un momento dado favorecer el desarrollo de enfermedades de las raíces. Cuando esto o curre, aún cuando el suelo está húmedo las plantas acusarán una deficiencia de agua, perderán su turgencia y adquirirán el color verde cenizo típico de falta de agua, así como en las hojas se presentará el enrollamiento. (56) (57).

Problemas esperados con los sólidos depositados sobre el suelo.- Estos sólidos como ya se mencionó con anterioridad, están constituidos básicamente por finos de fibras celulósicas, esto es materia orgánica, con bajo contenido de nitrógeno y fósforo, por lo que se esperaba dificultad para descomponerse en el suelo, y un abatimiento del nitrógeno por el que competirían con los microorganismos y las plantas.

Además la cantidad de sólidos sería considerable de modo que la capa podría convertirse en una barrera que impidiera la germinación, emergencia y/o crecimiento de las plantas. Así que se hubo revisado la literatura, - se encontraron datos de gran importancia, como los siguientes: en un estudio de campo efectuado: Usando lodos provenientes de una fábrica de papel (58) en suelos arcillosos, se aplicaron diferentes cantidades de ese material en cultivos de maíz y frijol.

Las observaciones duraron tres años. Durante los cuales las aplicaciones variaron de 0 a 1200 ton/hectárea, aplicados en unos casos anualmente y en otros de una sola vez. Además se agregaron diferentes cantidades de nitrógeno para obtener relaciones carbono/nitrógeno de 10:1 y de 100:1 incluyendo un testigo sin nitrógeno. Bajo las condiciones del experimento fue posible incorporar 800 ton de sedimentos aplicados de una sola vez en un año, sin provocar reducciones en el rendimiento del maíz y frijol.

IV.B.1.4. Conclusiones de la Revisión Bibliográfica.

- 1.- Es factible el uso del efluente en riego agrícola
- 2.- Se deberá poner especial cuidado con el contenido de sales y sodio que tenga el agua.
- 3.- Se tendrá que realizar un estudio edáfico y climático de la zona que se pretende irrigar para conocer los riesgos que se corren con el uso de estas aguas, en esos suelos.
- 4.- Se tendrán que seleccionar los cultivos más adecuados para las aguas, los suelos y el clima.
- 5.- Se deberán buscar las mejores técnicas para el manejo de las aguas y los suelos.
- 6.- Se deberá estudiar la velocidad de descomposición de la celulosa en el suelo.
- 7.- Se deberá asegurar la inocuidad del efluente.
- 8.- Se deberá evitar la descarga de las aguas residuales a vasos de

captación o corrientes por su alto contenido de DBO.

Se encontró que el problema más preocupante no era el sedimento sino el contenido de sodio y el de sales solubles, y que esto no se evitaba sino empleando tratamientos muy caros y sofisticados (ósmosis inversa, destilación) de cualquier punto de vista imprácticos por el volumen tan grande que se iba a manejar. Por otro lado el hecho de que la materia orgánica proporcione mayor estabilidad de los suelos y de que en cualquier tratamiento de sedimentación o biológico la disposición final de los sólidos se hace finalmente en el suelo, inclinó las opiniones en favor del uso del efluente sin ningún tratamiento, siempre que las características de los suelos lo permitieran.

IV.C.- Estudio Edáfico y Climático del Area Ejidal Suceptible de Usar el Efluente en Riego Agrícola.

IV.C.1.- Descripción geográfica.- El Municipio de Villa de Reyes, S.L.P., está situado aproximadamente de los 21°40' a los 22°2' de latitud norte y a los 100°15' de longitud oeste. La altitud predominante es de 1700 a 1900 m.s.n.m. Queda comprendido dentro del Valle de Santa Ma. del Río. Por el Norte colinda con el municipio de San Luis Potosí, con el Este con el de Santa Ma. del Río y por el S.W. con el Estado de Guanajuato.

El área motivo de estudio, está situada en el Ejido el Rosario y San Miguel, que se encuentran a 8 y 5 kilómetros de la cabecera del Municipio respectivamente al Sur de la misma.

IV.C.2.- Vegetación.- Las comunidades naturales existentes son del tipo ma torral xerófilo, como la gobernadora (*Larrea Tridentata*), mezquite (*Prosopis laevigata*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), hojaseén (*Flourensia cernua*), encontrando también nopales (*Opuntia*) de distintas variedades.

Esta vegetación se presenta en condiciones de aridez, donde las plantas - presentan microfilia y espinas, perdiendo sus hojas en las épocas desfavorables. Como se ve, también prosperan especies leñosas así como suculentas espinosas (59).

IV.C.3 Clima.- La información sobre la que se apoyó este inciso procede de la estación meteorológica de la Hda. de Gogorrón que es la más próxima a la zona de estudio, pero no es completa y fue comparada con las estaciones de la Secretaría de Recursos Hidráulicos tienen en lugares como: San Luis Potosí, Soledad Diez Gutiérrez, S.L.P., Mezquitic S.L.P., Villa de Arriaga, S.L.P., entre otras.

Temperatura.- Normalmente Mayo es el mes más caliente, con temperatura media mensual de 20.7 y Enero es el más frío con 13.9°C.

Las temperaturas máximas se presentan en Mayo y Agosto, alcanzándose valores de 30°C en el primer caso, y en Agosto ésta se ve atenuada por el establecimiento de lluvias, por lo que se alcanzan valor de 28°C.

Las temperaturas más bajas se presentan desde Diciembre a Febrero inclusive, pero sobre todo en Enero; donde la temperatura media mínima es cercana a los 4°C.

Precipitación.- La precipitación es de alrededor de 400 mm, lo que confiere

características típicamente semiáridas a ésta región.

La lluvia se recibe básicamente en verano (de Mayo a Octubre inclusive). Durante el invierno suelen presentarse precipitaciones muy escasas debidas principalmente a la entrada de masas de aire polar u ondas frías, que pueden ocasionar además disminución de la temperatura.

En algunos años se presenta una disminución en la precipitación durante la época en que esta debiera de ser más intensa, este fenómeno se conoce como sequía intraestival o canícula. Los meses en que este fenómeno se presenta son Julio y Agosto.

La concentración de la lluvia es en la época veraniega siendo los meses más lluviosos Junio y Septiembre, sin embargo en ninguno de ellos se alcanzan siquiera a recibir 100 mm. Por otro lado la canícula y la verdadera sequía que se presenta de Noviembre a Febrero, hacen que la región tenga una fuerte limitante para la agricultura de temporal. Por otro lado la probabilidad de que llueva en el mes de mayor precipitación no es mayor de 40%.

Así pues la clasificación climática que le corresponde a esta región (60) es $BS_0hw(w)(e)g$. Este es un clima semidesértico por la escasa lluvia que recibe, pero semicálido por la temperatura media anual (18 a 22°C), con presencia de canícula.

La hora frío es el período de 60 minutos en que la temperatura ambiente es del orden de 7°C o menos, este valor es para la zona de estudio de 400 a 500 horas frío al año. Esta cantidad resulta crítica para algunos cultivos sobre todo de caducifolios, pues las plantas requieren para su desarrollo de un número determinado de horas frío en alguna etapa de desarrollo.

También es importante la cantidad de luz que las plantas reciban durante su -

floración y fructificación.

Las heladas se consideran como uno de los siniestros climáticos que limitan fuertemente la agricultura. Las heladas se presentan cuando se abate la temperatura ambiente por debajo de 0°C, en esta región suelen presentarse en el lapso comprendido entre la primera quincena de Noviembre y la primera quincena de Abril.

IV.C.4.- Suelos.- Los terrenos forman parte de un valle, con suelos recientemente derivados de depósitos aluviales de aluviones de textura variable y de tobas volcánicas fundamentalmente riolíticas, la pendiente varía de nula a 3%. El drenaje superficial es rápido, teniendo como salida principal el Río San Ignacio, en donde existen presas y bordos que interceptan las aguas para fines de riego y abrevadero.

Para la evaluación y muestreo de los suelos fueron construídos pozos agrológicos en distintos puntos del área de interés y dicho trabajo fué complementado con barrenaciones a distintas profundidades: 0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm, y 90-120 cm de acuerdo con la profundidad del suelo.

De acuerdo con el recorrido de campo y los resultados de los análisis de laboratorio se identificaron dos unidades de suelos.

La primera se localiza en las partes altas, presenta las siguientes características: son en general de poca profundidad variando desde 20 hasta 100 cm, de textura ligera, los terrenos son planos. Tanto el drenaje superficial como interno son rápidos. En cuanto a sus características químicas, el pH es alcalino de 7.8 a 8.2, con bajos contenidos de materia orgánica (1%) sin problemas de sales solubles o de sodio intercambiable. Dominando en el extracto de saturación los iones calcio y magnesio (65 a 80%).

La segunda unidad se encuentra en las partes bajas y presenta las siguientes características: los suelos son de mayor profundidad (60-120 cm), de textura media a fina, con pendientes menores del 3%, con drenaje superficial e interno moderado, pH alcalino (8.3 a 8.6), el contenido de materia orgánica es medio en la parte superficial (2.8%) y bajo en las capas inferiores (1.5) con algunos problemas de sales en estas capas, el catión dominante en el extracto de saturación es el sodio, con presencia de Boro en niveles bajos.

IV.C.5.- Aguas de Riego y Geohidrología. Las fuentes de agua para uso agrícola, las constituyen las aguas extraídas de los mantos subterráneos, por pozos cuya profundidad oscila entre 30 y 280 mts., además de las aguas de lluvia que son captadas en las pequeñas presas de San Francisco y San Pedro -- (esta última sufrió la ruptura de su cortina en Agosto de 1976).

Por lo que toca a las características del agua que actualmente es utilizada para el riego de cultivos, puede decirse que su conductividad eléctrica oscila entre 340 y 380 micromhos/cm y el catión dominante es el sodio aunque su contenido absoluto no es muy elevado (0.74 a 2.07 meq/l), el contenido de bicarbonatos es mayor que el de calcio mas magnesio, el pH es cercano a la neutralidad (6.8 a 7.4) y no se detectó Boro soluble. Existen pozos con aguas termales, con temperaturas entre 38 y 40°C. La utilización de las aguas de pozo para el riego, en áreas considerables, junto con el hecho de que no existe un sistema de drenes y que no se practica el lavado de los terrenos para evitar la acumulación de las sales ya que la precipitación es insuficiente para mantener un balance adecuado de sales, ha permitido el ensalitramiento de los suelos a niveles que no son aún alarmantes.

Una buena parte de estas aguas se reinfiltra estableciendo un circuito cerrado. La salida natural de las aguas superficiales es por el Río de San Igna-

cio, el cual llega hasta la Presa Valentín Gama, la cual tiene capacidad para irrigar 1000 hectáreas localizadas en el Mpio de Santa Ma. Del Río.

IV.C.6.- Conclusiones.

- a.- Tanto el drenaje de los suelos como la textura de estos son adecuados para recibir irrigación con aguas de salinidad y sodicidad moderada.
- b.- Las aguas naturales no contienen elementos tóxicos o metales pesados que las inhabiliten para el riego, por lo que si el proceso no los incorpora a las aguas residuales no debe detectarse su presencia.
- c.- Debido a que los contenidos de materia orgánica en estos suelos son muy bajos, la incorporación de los sedimentos de las aguas residuales al suelo, beneficiará a éstos en sus características físicas, e impedirá una deterioración incontrolada debido al sodio.
- d.- Dado el carácter torrencial de las lluvias y la escasa precipitación, deberán practicarse trabajos de captación de humedad, para favorecer la infiltración del agua de lluvia permitiendo el lavado de las sales.
- e.- Para efectuar el lavado de los suelos, deberá aplicarse una lámina de sobreriego, que permita mantener el balance de las sales.
- f.- El establecimiento de los cultivos, deberá ser antecedido de un estudio sobre la tolerancia de las plantas a las sales, buscando cubrir todo el año con cultivos adecuados para la región, a fin de impedir que en alguna época del año, el agua tenga una disposición diferente al riego.
- g.- En los puntos en los que se tengan capas de caliche poco profundas (40 cm), deberá practicarse el subsoleo para buscar la intemperización de la caliza y la formación de suelo a espesores que permitan el li-

bre crecimiento de las raíces de las plantas.

h.- Para asegurar la rapidez de la descomposición del material celulósico de las aguas residuales, se buscará dar al suelo los trabajos que aseguren la incorporación, como son barbechos, escardas, rastreos, etc, a fin de asegurar el mayor contacto íntimo con el suelo.

IV.D.- Experimentos Iniciales.- Con toda la información anterior y considerando que la alfalfa es el cultivo de riego más importante en la región; se decidió establecer una parcela experimental en los propios terrenos de la fábrica; el cultivo experimental se estableció el 17 de Junio de 1975, usando un terreno con 25 lotes de un metro cuadrado, teniendo cinco repeticiones de los siguientes experimentos:

- I.- Efluente solo
- II.- Testigo regado con agua de pozo
- III.- Efluente + yeso agrícola
- IV Efluente + estiércol de res
- V.- Efluente + fertilizante químico

En esa fecha, la planta no había iniciado sus operaciones por lo que fué necesario, traer el efluente de la planta que en Pomona Calif., USA., utiliza el mismo proceso de destintado.

Aún cuando el efluente se traía en tambores de 200 litros por avión, se tuvieron problemas aduanales, por lo que el efluente pasaba algunos días almacenado, con lo que se producía una descomposición biológica de tipo anaeróbico. Además los cajetes donde estaba la alfalfa se regaban cada tercer día independientemente de que fuera necesario o no, por lo que después del primer corte la alfalfa empezó a perderse debido al exceso de riego.

Con este experimento se concluyó después de conocer los resultados de los análisis bromatológicos, que no existía ninguna anomalía en el producto vegetal obtenido.

Sin embargo fué hasta Junio de 1976 en que la planta inició sus operaciones y pasaron algunos meses antes de considerar normal la operación.

En Julio de 1976 se presentó una precipitación pluvial de abundancia anormal, y no fué posible establecer los cultivos de experimentación sino hasta Agosto del mismo año, ya totalmente fuera de temporada, sin embargo era de gran importancia obtener información sobre el uso del agua residual, pues al mismo tiempo los ejidatarios empezaron a irrigar sus tierras las que fueron sembradas con frijol.

SEGUNDA FASE

CAPITULO V.- Experimentos Agrícolas.- La información recopilada, apuntaba - grandes posibilidades de éxito, para el uso del efluente del proceso de destino en agricultura, sin embargo el hecho de abrir una área al riego, con aguas de características especiales, obligó al establecimiento de parcelas experimentales y de demostración en los que se pudiera establecer con toda objetividad si el uso entrañaba algún peligro potencial para el terreno o para los cultivos. Así como determinar las modificaciones que hubiera necesidad de introducir tanto en las labores de cultivo, como en el manejo del agua. De esta forma se evitarían problemas cuyo origen siendo otro, se imputase a las aguas residuales.

El experimento se localizó en los terrenos de la planta productora de papel, en una área que fué expropiada al Ejido San Miguel en El Mpio. de Villa de Reyes, S.L.P. Estos terrenos fueron declarados no aptos para la agricultura, por ser muy superficiales.

De modo que los suelos comprenden la condición más crítica que se pudiera presentar en los suelos que en escala comercial recibirían el efluente.

El área experimental se localizó en el extremo noroeste de la planta, y antes de realizar cualquier labor, fué necesario desmontar y despedrar el área, pues casi la mitad de esa área nunca había sido abierta al cultivo.

V.A.- Suelos.- Características del lote experimental.

V.A.a. Suelos.- Los suelos pertenecen a la primera unidad que se describió en el estudio edáfico y climático en la sección IV. C.4., se encuentran en terrenos de lomerío ligero, son de poca profundidad (20-40cm) y descansan sobre una ca-

pa tepetatososa endurecida. Algunas de las características físicas y químicas de los suelos se muestran en el cuadro V.IV.

De acuerdo con las características allí señaladas, los suelos son de textura arenosa, ligeramente alcalinos, pobres en materia orgánica, sin problemas de salinidad ni de sodicidad, con cantidades importantes de compuestos alcalino-térreos.

V.A.b.- Aguas.- La composición química del agua se muestra en el cuadro V.V. y los parámetros de clasificación se calculan en la tabla V.VI. en las que se infiere que el problema de salinidad real es menor a la que se esperaba, lo que se debe a la recirculación que en otras plantas se tiene. Esta recirculación o reúso del agua implica una concentración mayor de los productos químicos que se utilizan para destintado.

Pero, el contenido de sodio supera a lo esperado, lo que se debe básicamente a que las aguas de pozo presentan un alto contenido de este elemento.

Así pues se ve que el principal problema de manejo del agua lo constituye el sodio, que no hay presencia de elementos tóxicos o pesados y que la mayor parte de los sólidos lo constituyen las fibras celulósicas.

Analizando conjuntamente los datos de aguas y suelos, se llegó a la conclusión de que por ser el suelo de textura ligera, por contener el agua de riego material orgánico susceptible de incorporarse al suelo e incrementar el contenido de materia orgánica en éste, mejorando su estructura y haciéndolo más "resistente" a la defloculación causada por el sodio, y puesto que presenta un adecuado drenaje, estas aguas pueden utilizarse en estos suelos, en aquellos cultivos que sean resistentes al sodio, y siempre que se practiquen las labores que faciliten: la incorporación de la celulosa al suelo, el riego adecuado,

CUADRO V. IV

= ANALISIS TIPO DEL SUELO ORIGINAL DE LA PARCELA EXPERIMENTAL =

Suelo Normal

Profundidad:	0 - 30 cms	
Textura:	Ligera, migajón arenoso	Media
	Arena = 70%	42%
	Limo = 18%	42%
	Arcilla=12%	16%
pH	7.5	6.5 - 7.0
Materia Orgánica:	0.6%	2.5 - 3.0%
Conductividad eléctrica:	480.0 micromhos/cm	400-1000 micromhos/cm
Nitratos:	- o -	
Carbonatos:	- o -	
Bicarbonatos:	2.50 MEQ/litro	
Cloruros:	1.25 MEQ/litro	
Sulfatos:	1.20 MEQ/litro	
Suma Aniones:	4.95 MEQ/litro	
Calcio:	2.50 MEQ/litro	
Magnesio:	1.40 MEQ/litro	
Potasio:	0.41 MEQ/litro	
Sodio:	0.52 MEQ/litro	
Suma Cationes:	4.83 MEQ/litro	
Nitrógeno aprovechable:	13.3 kilos/ha	100.0 kilos/ha
Fósforo aprovechable:	75.0 kilos/ha	100.0 kilos/ha
Potasio aprovechable:	525.0 kilos/ha	250.0 kilos/ha
Calcio aprovechable:	3870.0 kilos/ha	700-1000 kilos/ha
Magnesio aprovechable:	488.0 kilos/ha	200 kilos/ha
Manganeso:	30.0 kilos/ha	60 kilos/ha
Zinc:	6.0 kilos/ha	30 kilos/ha
Hierro:	2.0 kilos/ha	100 kilos/ha
Cobre:	0.3 kilos/ha	50 kilos/ha
Boro:	0.4 kilos/ha	30 kilos/ha
Sodio:		0.1001-0.004%

CUADRO V . V

= ANALISIS TIPO DEL AGUA DE EFLUENTE V.S. AGUA DE POZO =

	<u>Efluente</u>	<u>Pozos</u>
Color:	Oscuro	Incoloro
Consistencia:	0.17%	0.0%
pH:	7.80	7.5
Temperatura:	41°C	41°C
Conductividad:	650.0 micromhos/cm	300.0 micromhos/cm
Carbonatos (CO ₃ =):	- o -	- o -
Bicarbonatos (HCO ₃ -)	5.64 MEQ/litro	2.5 MEQ/litro
Sulfatos (SO ₄ =)	0.15 MEQ/litro	0.8 MEQ/litro
Cloruros (Cl ⁻)	0.72 MEQ/litro	0.7 MEQ/litro
Nitratos (NO ₃ ⁻)	0.31 MEQ/litro	0.1 MEQ/litro
Fosfatos (PO ₄ ⁼)	- o -	- o -
<u>Suma Aniones:</u>	6.82	4.1
Calcio (Ca ⁺⁺)	0.45 MEQ/litro	0.6 MEQ/litro
Magnesio (Mg ⁺⁺)	0.15 MEQ/litro	0.2 MEQ/litro
Sodio (Na ⁺)	6.27 MEQ/litro	3.1 MEQ/litro
Potasio (K ⁺)	0.05 MEQ/litro	0.1 MEQ/litro
<u>Suma de Cationes:</u>	6.92	4.0
Grasas y Aceites:	35.0 P.P.M.	
Coliformes Totales:	240.0 NMP/100 ML.	
Sólidos Sedimentables:	370.0 ML/litro	
Materia flotante:	- o -	
Sólidos totales:	1100 P.P.M.	
Cobre (Cu):	0.1 P.P.M.	
Hierro (Fe):	2.1 P.P.M.	
Arsénico (As):	No detectable	
Cromo (Cr):	No detectable	
Cadmio (Cd):	No detectable	
Níquel (Ni):	No detectable	
Zinc (Zn):	0.05 P.P.M.	
Manganeso (Mn):	0.01 P.P.M.	
Plomo (Pb):	0.20 P.P.M.	
Cobalto (Co):	No detectable	
Aluminio (Al):	28 P.P.M.	
Mercurio (Mg):	No detectable	
Selenio (se):	No detectable	

TABLA V.VI

PARAMETROS DE CLASIFICACION PARA EL AGUA RESIDUAL DEL PROCESO DE DESTINTADO. (RIEGO AGRICOLA)

	EFLUENTE	AGUA DE POZO	CLASIFICACION		
			BUENA	CONDICIONADA	NO RECOMENDABLE
Conductividad Eléctrica Micromhos / cm a 25°C	650	300	X		
Salinidad efectiva meq/litro	6.32	3.3		X	
Salinidad potencial meq/litro	0.80	1.1	X		
Relación de Adsorción de Sodio	11.45	7.76			
Carbonato de Sodio Residual meq/litro	5.04	1.70			X
Porcentaje de sodio posible	99.2	93.9			
Contenido de Boro p.p.m.	-o-	-o-	X		
Contenido de Cloruros meq/litro	0.72	0.7	X		
*Porcentaje de Sodio Intercambiable	14.0	5.5			

* Calculado del Nomograma V.VI.b.

la infiltración y el lavado.

V.A.c.- Diseño Experimental.- Los experimentos se iniciaron con los cultivos de maíz y frijol solamente, y poco a poco se fueron introduciendo nuevos cultivos.

En el caso del maíz y frijol se establecieron nueve parcelas para cada cultivo: ésto es, tres tratamientos de sobreriego con tres repeticiones cada uno.

Los experimentos se colocaron en un diseño de bloques al azar, quedando distribuidos de acuerdo con la figura V.VII.

Cada parcela mide 12 metros de largo y comprende 18 surcos, el espacio entre parcelas es de dos metros.

En el caso del maíz, cada parcela de 18 surcos se divide en tratamientos de seis surcos cada uno, en donde la variable es el número de escardas. Esto es, seis surcos con dos escardas, otros seis con tres escardas y los últimos seis con cuatro escardas.

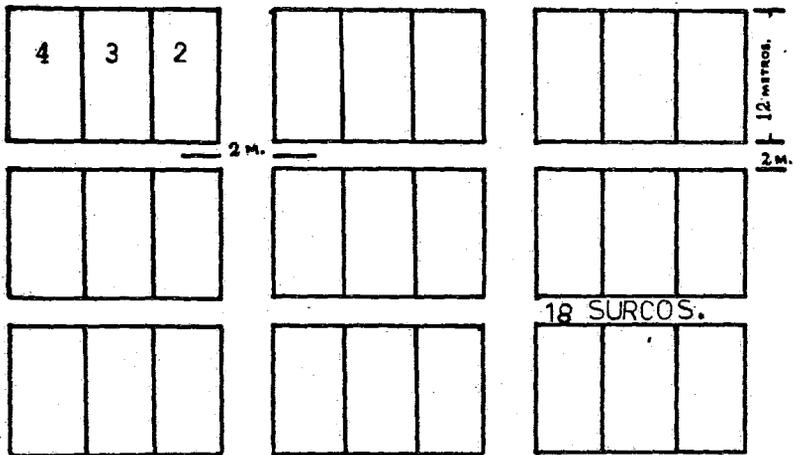
En el caso del terreno destinado a los cultivos de maíz y frijol éstos se alternaron en los diferentes años, es decir, que el terreno que en 1976 se sembró de maíz, en 1977 se sembró con frijol, para nuevamente en 1978, cultivar maíz en él.

V.A.c.1.- Determinación de las láminas sobreriego.- A lo largo del trabajo se ha reiterado la necesidad de que en el uso de las aguas de riego se prevenga la acumulación de las sales en el suelo, así como que la mejor forma de conseguirlo es con el uso de láminas de sobreriego.

Las plantas para alcanzar con plenitud su desarrollo, requieren una cantidad

EXPERIMENTO DE MAIZ.

SOBRERIEGOS : 0, 30 Y 60% ; ESCARDAS : 2, 3 Y 4 .



EXPERIMENTO CON FRIJOL

SOBRERIEGOS : 0, 30 Y 60% .

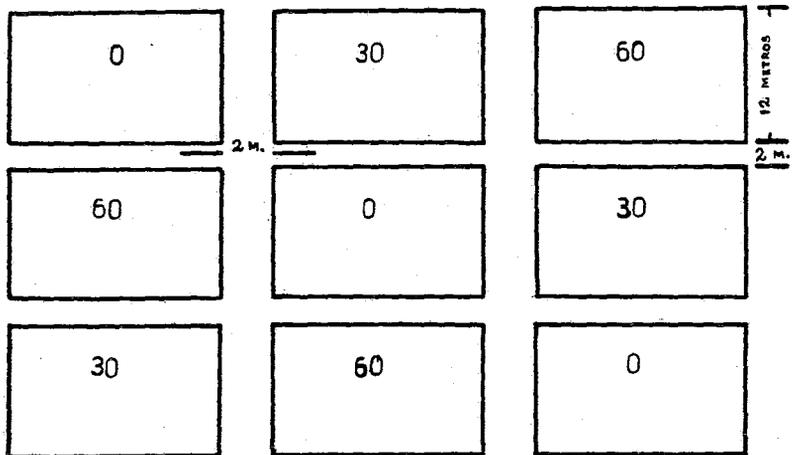


fig. V. VII .

DISPOSICION DE EXPERIMENTOS EN EL CAMPO.

determinada de agua, que es específica para cada cultivo, esta cantidad ha sido experimentalmente determinada y se encuentra en las tablas de Uso Consumtivo. La cantidad de agua necesaria para mantener el balance de sales en el suelo, es adicional al uso consuntivo, y permitirá que las sales sean llevadas fuera del área de las raíces impidiendo así un incremento en la presión osmótica de la solución del suelo.

El cálculo de la lámina de sobreriego, se hace mediante la fórmula siguiente:

$$L_s = \frac{CE_{ar}}{CE_{ad}} \quad (54)$$

Siendo:

L_s - lámina de sobreriego.

CE_{ar} - Conductividad eléctrica en el agua de riego

CE_{ad} - Conductividad eléctrica en el agua de drenaje.

La conductividad eléctrica del agua de drenaje se refiere al agua que llega por abajo de las zonas de raíces. Convencionalmente se han utilizado las conductividades que experimentalmente se ha encontrado que reducen al 50% el rendimiento (52).

Existen criterios muy completos para determinar por cálculo la conductividad del agua de drenaje. Sin embargo, por simplicidad se aplicará el criterio anterior y se usarán los valores de tolerancia de los cultivos a la salinidad que fueron compilados de (52).

Así para el frijol se tiene:

$L_s = 650/3000 = 22\%$ para 50% de disminución en el rendimiento (Tabla V-VIII)

$L_s = 650/1000 = 65\%$ para 10% de disminución en el rendimiento.

CUADRO V.VIII.

TOLERANCIA DE LOS CULTIVOS A LA SALINIDAD DEL EXTRACTO DE SATURACION DEL SUELO, EXPRESADA EN MICROMHOS/CM, PARA DIFERENTES PORCENTAJES DE DISMINUCION DE RENDIMIENTOS. (52).

CULTIVOS	% DE DISMINUCION DE RENDIMIENTO		
	10%	25%	50%
Remolacha azucarera	10,000	11,000	16,000
Cebada forrajera	8,000	11,000	13,500
Betabel	8,000	9,500	12,000
Trigo	7,000	10,000	14,000
Sorgo	6,000	9,000	12,000
Espinaca	5,500	7,000	8,000
Maíz	5,000	6,000	7,000
Avena	4,000	8,000	10,000
Jitomate	4,000	6,500	8,000
Brócoli	4,000	6,000	8,000
Haba	4,000	5,000	7,000
Vid	4,000		
Alfalfa	3,000	5,000	8,000
Calabaza	3,000	3,500	4,000
Chícharo	3,000	3,500	4,000
Pepino	2,500	3,000	4,000
Frijol	1,000	2,000	3,000
Zanahoria	1,000	3,000	4,000
Ejote	1,000	1,500	3,000

Para el maíz se encontró:

$Ls=650/7000=9.3\%$ para 50% de disminución

$Ls=650/5000=13\%$ para 10% de disminución

Se consideró necesario, probar láminas de sobreriego que abarcan una gama de condiciones, por esa razón se eligieron los sobrerriegos de 0%, 30% y 60% para maíz y frijol. Estas condiciones de cálculo no consideran la precipitación pluvial, que obviamente puede también arrastrar consigo las sales. Estas láminas serían reales en condiciones extremas.

Las determinaciones de los usos consuntivos o consumo de agua por los diferentes cultivos, contempla factores, como la localización geográfica, precipitación, clima, suelos, evaporación, temperatura, época del año, etc., por lo que cualquier intento de cálculo en este trabajo está fuera de sitio. Sin embargo se consideró una eficiencia global en el riego de 63% (90% en conducción y 70% en aplicación).

Así que las láminas de riego brutas quedaron:

CULTIVO	No. TOTAL DE RIEGOS	LAMINA BRUTA TOTAL
Maíz	6	66
Frijol	4	20

Considerando las láminas de sobreriego se tiene:

LAMINAS DE SOBRIEGO
TRATAMIENTOS

CULTIVO	0%	30%	60%
MAIZ	11.0 cms.	14.3 cms.	17.6 cms.
FRIJOL	5.0 cms.	6.5 cms.	8.0 cms.

El riego se proporcionó mediante un sistema que lo conduce del drenaje principal del proceso (del cual también se abastece el Ejido del Rosario), y se lleva hasta el área experimental por medio de un tubo de concreto de 12", el que descarga en una pileta de cemento de donde por medio de una bomba con motor de combustión interna, se lleva a las parcelas con una manguera de hule de 4". En todo el trayecto la turbulencia es tal que no se presenta sedimentación. Antes de poner a funcionar la bomba, se desagua la pileta, para evitar que el agua almacenada llegue a las parcelas y se alteren los experimentos.

El gasto se mide por aforos volúmetricos y tiempo.

V.B.- Trabajos efectuados

En el apendice I, se encuentran detallados los trabajos de preparación del terreno, aplicación de mejoradores (1977), siembras, riegos de presiembra, riegos de auxilio, control fitosanitario, control de malas hierbas, escardas, - muestreos foliares, muestreos de suelos, corte, cosechas, etc., y en general todos aquellos que se efectuaron en un período para cada cultivo. Por lo que no se tratarán aquí en detalle. También en cada hoja de Reporte de trabajos, se especifica, la densidad de siembra, variedad usada, y fertilizantes aplicados.

Las variedades usadas fueron, para el frijol el Flor de Mayo y para el maíz el H-220.

Para evitar problemas al emerger las plántulas y tener que atravesar la capa de celulosa, si estas fueran sembradas primero y luego regadas, se optó por dar un riego de presiembra al terreno, previamente barbechado y rastreado. Una vez que la humedad en este permitía los trabajos agrícolas, se procedía a la siembra en surcos, y después se rastreaba someramente, para conser

var más tiempo la humedad y permitir que las plantitas alcanzaran un mayor tamaño, y que no fuesen afectadas por el depósito de celulosa del siguiente riego.

Con excepción del cultivo de remolacha en que se hizo necesario el riego por aspersión después de la siembra para permitir la germinación de las semillas, el riego de presiembra fué suficiente para permitir la germinación y así las plantitas llegaban al primer riego hasta con 15 cm de altura. El riego se practicó de acuerdo a los valores de lámina de riego total ya establecidas.

Después del riego y una vez que las condiciones del suelo lo permitían se practicaba la primera escarda.

Las escardas tienen entre otros los siguientes objetivos: Permitir la aereación del suelo, impedir la proliferación de malas hierbas, proporcionar material de soporte y apoyo a las plantas al acercársele tierra del fondo y las paredes del surco. Aunque también se habla de que las escardas rompen los sistemas radiculares de los cultivos, y distorsionan el drenaje interno cercano a la planta que con anterioridad ya se había establecido, así como que en los cultivos que desarrollan guías, como en el caso de algunas variedades de frijol, estas se rompen, retardando o disminuyendo el desarrollo de la planta y por lo tanto el rendimiento del cultivo. En este caso en particular las escardas buscaban incorporar para acelerar la descomposición de la celulosa que se sedimentara, por esta razón se decidió, que puesto que en el frijol era imposible dar más de las dos escardas tradicionales debido al desarrollo del cultivo, en el maíz se darían a subparcelas tratamientos con 2, 3 y 4 escardas según se mencionó en V.A.C.

Los trabajos de barbecho y rastreo para preparar la tierra se hicieron empleando un tractor con sus respectivos implementos. Los trabajos de siembra y es-

carda, se hicieron utilizando bestias de tiro. En el caso de las escardas - tercera y cuarta en el maíz, dada la altura de las plantas de maíz, no fué posible la utilización del tiro, sino que se hizo con una sola bestia.

Al momento de la siembra se aplicaron los fertilizantes y en la primera escarda se aplicó el fertilizante complementario. La siembra y la aplicación de fertilizantes se hizo en forma manual. En los casos en que la densidad de - plantas de maíz era muy alta, se hizo necesario el deshije, hasta dejar la siembra a la densidad adecuada. En el caso del frijol (1979) en que la densidad de germinación fué insuficiente, se practicaron resiembras.

Todos los cultivos fueron sembrados en surcos, incluyendo aquellos que tradicionalmente se siembran al voleo, como el trigo, cebada y avena. Obteniendo rendimientos competitivos con los normales de la región. Esto se concluyó al ver que un experimento de alfalfa sembrada en melgas, no germinaba adecuadamente, y que después del primer corte el desarrollo del cultivo era muy deficiente. En este cultivo no es posible la remoción del suelo para incorporar la celulosa, de modo que esta se acumula sobre el suelo e impide el crecimiento de las plantas.

La aplicación de sustancias químicas para control fitosanitario se realizó por aspersiones en soluciones acuosas o en polvo según fuese el caso.

V.C.- Resultados.- Estos se evaluarán de dos formas, con los rendimientos obtenidos en las parcelas experimentales para los cultivos de maíz y frijol, los resultados se analizaron estadísticamente. También se presentan los resultados obtenidos con los cultivos de introducción, así como los obtenidos por los ejidatarios en sus parcelas ejidales, y se comparan con los rendimientos esperados por la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera, en esa región, con riego por gravedad y fertilización.

La otra forma de evaluación contempla las alteraciones ocurridas a los suelos irrigados con las aguas residuales, esta solo es comparativa.

Los rendimeintos obtenidos en 1976, no se consideran en este estudio, pues la siembra se hizo en Agosto debido primero a que no se contaba con éfluyente y después a las lluvias torrenciales de ese año, las cuales además erosionaron en forma importante los suelos donde se localizaron los cultivos, por lo que finalmente los rendimientos fueron bajos, aunque mayores que los que se tuvieron por los ejidatarios, aún cuando estos sembraron en la época adecuada.

V.C.1.- Maíz .- En el cuadro V. IX se muestran los rendimientos de maíz en los diferentes años, de 1977 a 1979. En las columnas se localizan los rendimientos obtenidos en las tres repeticiones de cada tratamiento, y en las hileras, se encuentran los rendimientos para las distintas láminas de sobreriego y escardas.

La información anterior se agrupa en el Cuadro V.X. en donde sobresale el rendimiento bajo del año de 1978, que se debió a fallas en el sistema de bombeo durante la época de mayor sequía cuando el maíz estaba en floración. El análisis de varianza se muestra en el cuadro V. XI y se concluye que hay diferencias altamente significativas entre los años y entre los tratamientos de escardas.

Los cálculos estadísticos para el período de 1977 a 1979 de los cuadros V. XII., V.XIII y V. XIV demuestran que el mejor tratamiento de escardas es el de tres porque se obtiene el mayor incremento neto en rendimiento, puesto que la ganancia con cuatro escardas es mínima; por lo que toca a sobreriego, el mejor tratamiento es el de 30% porque la variación de los resultados es muy estrecha, comparada con los otros dos tratamientos.

Cuadro V. IX. RENDIMIENTO DE MAIZ EN GRANO (Ton/ha)

Superficie de Parcelas: 183.6 mt²
Superficie de Subparcelas: 40.8 mt²

REPETICIONES % DE SOBRESIEGO	Número de Escardas	1977				1978				1979			
		I	II	III	Promedio	I	II	III	Promedio	I	II	III	Promedio
0	2	3.04	4.21	3.75	3.66	3.53	2.99	2.94	3.15	6.49	3.28	4.54	4.77
0	3	3.77	4.90	3.90	4.19	4.07	3.85	3.60	3.84	5.02	5.14	4.88	5.01
0	4	4.63	4.31	5.64	4.86	4.02	3.63	2.74	3.46	5.43	4.84	4.68	4.98
30	2	5.76	5.37	4.07	5.06	3.43	3.43	2.45	3.10	5.00	4.51	5.37	4.96
30	3	5.64	4.63	4.95	5.07	3.43	3.58	3.09	3.36	4.89	4.13	5.71	4.91
30	4	4.56	5.39	6.59	5.51	3.92	3.75	4.17	3.94	4.76	4.48	6.87	6.03
60	2	3.90	4.31	3.16	3.79	3.65	3.50	3.43	3.52	4.52	4.13	4.29	4.31
60	3	5.54	5.19	3.53	4.75	3.21	3.94	3.83	3.66	4.02	4.97	4.73	4.57
60	4	4.75	6.08	5.29	5.37	3.43	4.41	4.07	3.97	3.31	4.59	4.36	4.08

RENDIMIENTOS MINIMO Y MAXIMO OBTENIDOS POR LOS AGRICULTORES DEL EJIDO " EL ROSARIO": 1.2-4.5 ton/ha
 RENDIMIENTOS ESPERADOS POR LA ASEGURADORA NACIONAL AGRICOLA Y GANADERA, S.A. : 2.5 ton/ha.

DATOS PROMEDIO - GRANO MAIZ
KGS/PARCELA
CUADRO V.X.

TRATAMIENTOS	ESCARDAS	A N O S			PROMEDIO
		1977	1978	1979	
SOBRE RIEGO					
0	2	14.97	12.87	19.48	15.77
0	3	17.10	15.67	20.46	17.74
0	4	19.83	14.13	20.33	18.10
30	2	20.87	12.67	20.33	17.92
30	3	20.70	14.07	20.04	18.27
30	4	22.50	16.10	20.56	19.72
60	2	15.47	14.40	17.60	15.82
60	3	19.40	14.93	18.67	17.67
60	4	21.95	16.20	16.68	18.27
PROMEDIO		19.20	14.56	19.34	17.70

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO V.XI

GRANO DE MAIZ 1977 - 1979

KGS/PARCELA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F DE TABLAS 95%
Año	2	133.07	66.54	9.61**	6.94
Sobreriego	2	11.92	5.96	0.86	12.25
Error (a)	4	27.68	6.92		
Escardas	2	22.07	11.04	5.36**	3.88
Sobreriego por escardas	4	2.53	0.63	0.31	5.91
Error (b)	12	24.72	2.06		
T O T A L :	26	221.99			

Conclusiones: Hay diferencias altamente significativas entre los años y entre los tratamientos de escardas.

RENDIMIENTOS DE MAIZ - GRANO.

TONS/ HA.

CUADRO V. XII

Número DE Escardas	PERIODO DE 1977 A 1979		
	MEDIA	DESVIACION ESTANDARD	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%
2	4.03	0.3514	3.59 - 4.97
3	4.37	0.4288	3.56 - 5.24
4	4.57	0.3923	3.75 - 5.29

RENDIMIENTO DE MAIZ - GRANO
TONS/ HA.

CUADRO V. XIII

AÑO	1977		1978		1979	
Número de Escardas	Media	Desviación Estandard	Media	Desviación Estandard	Media	Desviación Estandard
2	4.17	0.2033	3.25	0.0445	4.68	0.0057
3	4.67	0.0678	3.62	0.0172	4.83	0.0014
4	5.25	0.0345	3.79	0.0194	4.69	0.0199

MAIZ GRANO TON/Ha.

CUADRO V. XIV.

PERIODO DE 1977 A 1979			
SOBRE-RIEGO	MEDIDA	DESVIACION ESTANDARD	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%
0%	4.21	0.1775	3.87 - 4.57
30%	4.54	0.1351	4.27 - 4.82
60%	4.22	0.1807	3.88 - 4.58

V.C.2.- Frijol.- En el cuadro V.XV. se muestran los resultados de rendimiento de frijol para los años de 1977 a 1979, siendo aquí las variables, las diferentes láminas de sobreriego con tres repeticiones cada una. Estos datos se agrupan en el cuadro V. XVI. donde se observan bajos rendimientos para el año - - 1978, debido a la misma razón de desperfecto en el sistema de riego mencionado en el caso del maíz. El análisis de varianza del cuadro V.XVII demuestra - que hay diferencias altamente significativas entre los años y no muestra diferencias entre los tratamientos de sobreriego, sin embargo dada la sensibilidad del frijol a las sales solubles , es posible, que a medida que se presenten acumulaciones y se incremente la conductividad, se puedan tener diferencias - significativas entre los rendimientos obtenidos en los distintos tratamientos de sobreriego.

V.C.3. - Cultivos de Introducción.- En las parcelas de experimentación se probaron 23 cultivos, cuyos rendimientos se muestran en el cuadro V.XVIII.. Estos cultivos son atractivos desde el punto de vista económico y susceptibles de cultivarse en la región. En el caso de cultivos como el chile, que normalmente se cultiva en la zona, el interés radicaba en ver si el uso del agua residual no afectaba el desarrollo de las plantas y esto influyera en forma decisiva en los rendimientos, pues es sabido que los cultivos de chile tienen - sus enemigos más fuertes en hongos que viven en el suelo y que atacan a las raíces. En 1978 se presentó un severo ataque de *Rizoctonia solani* que fue posible evitar en 1979 tratando las raíces de las plantas con los fungicidas adecuados.

Los cultivos de experimentación abarcan , desde forrajes como la cebada, avena, sorgo, maíz, haba, remolacha, hasta hortalizas como el brócoli, zanahoria, pepino, betabel, jitomate, chile, chícharo y calabacita, hasta flores como rosa

CUADRO V.XV. RENDIMIENTO DEL FRIJOL EN GRANO
TONELADA/HECTAREA

Superficie de Parcelas : 183.6 m²

REPETICIONES		I	II	III	PROMEDIO
AÑO	% de sobre riego.				
1977	0	2.06	2.03	2.63	2.24
	30	2.21	2.77	1.68	2.22
	60	3.02	2.36	2.38	2.58
1978	0	2.22	1.91	1.81	1.98
	30	2.49	1.87	2.33	2.23
	60	1.97	2.03	2.43	2.14
1979	0	2.85	2.83	2.23	2.63
	30	2.85	2.39	3.20	2.81
	60	2.43	3.07	2.49	2.66

Rendimientos mínimo y máximo obtenido por los ejidatarios de
"El Rosario: 1.2 - 2.2

Rendimiento esperado por la Aseguradora Nacional Agrícola y
Ganadera, S.A. : 1.2

DATOS PROMEDIO - GRANO FRIJOL
 KG/ PARCELA.
 CUADRO V. XVI.

TRATAMIENTOS SOBRERIEGO	A Ñ O S			PROMEDIO
	1977	1978	1979	
0%	41.19	36.33	48.42	41.98
30%	40.77	40.97	51.73	44.49
60%	47.48	39.37	48.90	45.25
PROMEDIO	43.15	38.89	49.68	43.91

ANALISIS DE VARIANZA
 RENDIMIENTO FRIJOL - GRANO KG/PARCELA
 CUADRO V. XVII.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F de Tablas 95%
AÑOS	2	177.34	88.67	12.58**	6.94
SOBRERIEGO	2	17.57	8.79	1.25	6.94
ERROR EXP.	4	28.19	7.05		
TOTAL	8	17 573.27			

CONCLUSIONES: HAY DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS AÑOS.

CUADRO V.XVIII RENDIMIENTO DE CULTIVOS DE INTRODUCCION
TONELADA/HECTAREA.

C U L T I V O S	1 9 7 7	1 9 7 8	1 9 7 9
Avena forrajera		21.90	
Betabel	57.5	37.00	55.00
Brocoli		4.90	6.20
Calabacita	48.20	15.00	29.30
Chícharo	8.90	12.00	
Chile Ancho,Esmeralda		16.00	
Chile Cascabel,Real Mirasol		7.00	18.00
Cebada forrajera		21.70	
Ejote	18.37	4.80	
Garbanza Forraje		10.30	
Gladiolo (Gruesos/ha)			320.00
Haba seca		2.60	
Haba vaina		20.70	
Haba forrajera			21.00
Lenteja		1.30	
Maíz forrajero		35.00*	47.30
Nabo			22.00
Rosales (Mill./34 ptas)			3.49
Remolacha forrajera		24.50	
Sorgo forrajero			120.00
Tomate			6.40
Trigo		2.60	
Vid			**
Zanahoria	19.00	22.50	

* Maíz forrajero ensilado

** Se cosecho el ler. ensayo de tres parras

les y gladiolas. Quizá de todos los cultivos de introducción el más interesante sea la vid, de la cual se plantaron algunos barbados que ya produjeron en 1979 su primer ensayo. Se tienen actualmente listos para transplantarse 1500 barbados que proceden de un vivero establecido con sarmientos, en las propias parcelas de experimentación.

Los rendimientos en las parcelas de experimentación son en general más altos que los que se tendrían en escala comercial, y esto se ha podido constatar en el momento en que tales cultivos se siembran en áreas mayores en lugar de hacerlo en el huerto experimental, pero de todos modos resultan atractivos desde todo punto de vista.

Con estos 23 cultivos además del maíz y frijol, se cubren los 12 meses del año. Así pues se puede utilizar exhaustivamente la tierra y el agua en los diferentes ciclos agrícolas.

V. C. 4 .- Cultivos Comerciales .- Desde 1976, los ejidatarios iniciaron el uso del agua en sus terrenos, organizándose en una área colectiva en sus créditos, pero fraccionada en parcelas que trabajan en forma individual. Aún cuando los rendimientos promedio son más bajos que en las parcelas experimentales, algunos de los ejidatarios han superado los rendimientos experimentales. La diferencia entre el máximo y el mínimo, estriba en: uso de semillas mejoradas, fertilizantes, control de plagas, nivelación del terreno, control de malas hierbas, riegos y cultivos oportunos. En general se avanza en forma lenta y se superan desaciertos. Sin embargo no se ha logrado que los ejidatarios siembren la tierra en el ciclo Otoño-Invierno, y si bien algunos ejidatarios han sembrado maíz en esa época para usarlo como forraje, y en algunos casos cebada y avena, las áreas cultivadas en éste ciclo son aún pequeñas.

V. C. 5 .- Suelos .- En el cuadro V. XIX, se muestran resultados comparativos de los suelos de las parcelas experimentales después de cada ciclo agrícola. Como es conocido los suelos se modifican no solo a causa de las aguas sino a causa de los cultivos, por lo tanto la comparación resulta insuficiente para inferir alguna tendencia en el comportamiento, sin embargo se puede decir con toda exactitud que se ha incrementado la conductividad eléctrica y el contenido de materia orgánica, sin que la primera alcance niveles de salinidad.

En algunos puntos de las parcelas experimentales se localizan pequeños manchones negros que fundamentalmente se deben a concentraciones excesivas de materia orgánica, residuos de cosechas por ejemplo, y probablemente a la acción del sodio sobre esta.

Para realizar un análisis adecuado se debe contar con un suelo testigo, que no sea irrigado con efluente y una área que se riegue con agua de pozo.

En este momento, los resultados, no son concluyentes.

V. C. 6 .- Análisis en hojas y frutos .- Desde 1976, al término de la cosecha y durante la floración, se analizaron las hojas y los frutos de los diferentes cultivos, buscando alguna deficiencia nutricional, o concentración de algún elemento en estos tejidos, hasta la fecha los resultados no muestran tendencia en ninguno de los dos aspectos, y los valores encontrados se encuentran en el rango de los detectados en especímenes similares conseguidos en el mercado o en áreas de cultivo ajenas a la influencia del agua residual.

V. C. 7 .- CONCLUSIONES.-

- El agua residual del proceso de destintado, es susceptible de utilizarse en riego agrícola, en terrenos de textura franca o arenosa.

Cuadro V.XIX Análisis de Suelos en Parcelas Experimentales
Cultivo de Maíz

Sobreriego Año	Suelo original	01				301				601			
		1976	1977	1978	1979	1976	1977	1978	1979	1976	1977	1978	1979
pH	7.5	7.4	7.4	7.5	7.7	7.6	7.6	7.4	7.5	7.8	7.8	7.5	7.7
Color	Café C*	Café C*	Café C*	Café C*	Café C*	Café C*	Café C*	Café N**	Café C*				
Textura	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*	Migajón A*
Arena %	70.0	69.0	69.0	58.0	60.0	61.0	61.0	62.0	59.0	65.0	65.0	59.2	61.0
Limo %	18.0	17.0	17.0	23.0	22.0	21.0	21.0	20.2	22.0	18.0	18.0	22.0	21.0
Arcilla %	12.0	14.0	14.0	19.0	18.0	18.0	18.0	17.8	19.0	17.0	17.0	18.8	18.8
Materia Orgánica %	0.6	0.4	0.4	1.1	1.4	0.8	0.8	0.9	1.4	0.7	0.7	1.0	1.2
Nitrógeno aprovechable (N): kg/ha	13.3	10.0	9.0	28.1	35	22.0	22.0	24.0	35	17.0	17.0	24.9	30
Fósforo aprovechable (P ₂ O ₅): kg/ha	75.0	40.0	40.0	85.7	115	23.0	23.0	82.7	144	29.0	29.0	74.9	58
Potasio aprovechable (K ₂ O): kg/ha	525	604	604	538	720	513	513	539	660	498	498	543	840
Calcio aprovechable (CaO): kg/ha	3870	2605	2605	3388	4400	3750	3750	3119	4430	3790	3790	3391	4310
Magnesio aprovechable (MgO): kg/ha	488	420	420	354	348	418	418	351	326	366	366	343	407
Azufre (S): kg/ha	---	26	99	326	156	28	69	314	135	30	66	304	90
Boro (B): kg/ha	0.4	0.6	1.5	3.4	3.0	1.0	2.5	2.7	2.8	0.8	2.0	2.4	3.3
Cobre (Cu): kg/ha	0.3	0.20	0.40	0.25	0.80	---	---	0.27	0.40	0.30	0.7	0.2	0.1
Hierro (Fe): kg/ha	2.0	2.0	5.0	3.9	7.0	0.8	2.0	4.7	3.0	2.6	0.7	3.4	4.0
Manganeso (Mn) kg/ha	30.0	5.5	10.0	56.9	33.0	3.8	9.5	49.7	28.0	5.0	12.5	23.2	29.0
Zinc (Zn): kg/ha	6.0	0.8	2.0	1.8	3.0	1.0	2.5	1.8	2.0	0.6	1.5	1.8	2.0
Plomo (Pb): kg/ha	---	3.0	7.5	---	---	1.4	3.5	---	---	2.4	6.0	---	---
Cromo (Cr): kg/ha	---	1.6	4.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Níquel (Ni): kg/ha	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Conductividad eléctrica (Micromhos/cm)	480	450	450	1269	1010	685	585	1358	1590	560	560	1211	1270

* Café Claro
** Café Negrozaco
* Migajón Arenoso

- Prosperan con este riego, todos los cultivos que sembrados en surcos, permitan la remoción e incorporación de la celulosa al suelo, mediante las labores normales de cultivo.
- No se recomienda el riego con estas aguas de aquellos cultivos que se consuman crudos por el hombre.
- Es necesario el empleo de una lámina de sobreniego que permita la remoción de las sales que se puedan acumular en el suelo.
- Las mejores condiciones para el desarrollo del maíz se han encontrado con 30% de sobreniego y tres escardas.
- La incorporación de la celulosa al suelo y su posterior descomposición por los microorganismos beneficia la textura de los suelos, evitando la defloculación causada por el sodio.
- Los rendimientos obtenidos en la región usando el agua residual, superan a los obtenidos en la misma zona en las mismas condiciones de riego básicamente por el nivel tecnológico usado.

V.D.- Descomposición de la celulosa .- Después que en 1976, se inició el riego de cultivos con agua de efluentes de proceso de destintado, y puesto que la operación había sido iniciada en junio de ese año, el proceso no se había regularizado, y hubo derrames considerables de pasta al afluente. Así que la capa

de celulosa que se formó en el suelo a consecuencia de esos derrames fué considerable o bien la falta de una nivelación del terreno, ocasionó encharcamientos de agua, y depósitos de una cantidad anormalmente alta de celulosa.

Se consideró que al usar el agua por un tiempo prologado, podría suceder que la celulosa no se descompusiera con suficiente rapidez, y se planteó la posibilidad de acelerar la descomposición, tanto en el caso de que la celulosa quedara sobre la superficie del suelo, como en el caso de que se incorporara al suelo.

Esta información resultaría de gran utilidad si se decidiera elaborar una composta con los sedimentos del agua.

Composición del Sedimento del Agua Residual .- Se tomó una muestra del sedimento depositado en el suelo y se practicó el siguiente análisis:

ANALISIS DEL SEDIMENTO USADO EN EL EXPERIMENTO DE
DESCOMPOSICION.

	%
Pérdida de peso (100°C).	4.18
Pérdida por calcinación	76.26
Nitrógeno Total (N)	0.45
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	0.09
Potasio Total (K ₂ O)	0.25
Calcio (Ca)	0.69
Magnesio (Mg)	0.28
Azufre (SO ₄)	0.31
Sodio (Na)	0.66
Residuo Insoluble en ácidos	13.81
Materia Orgánica (Walkley-Black)	76.00

La materia orgánica detectada en el análisis anterior, procede del material lignocelulósico que constituye la madera de donde se fabrica la pasta mecánica y química que constituye la materia prima con que se fabrican los papeles para periódicos. Como ya se dijo en el proceso de destintado solamente remueve las tintas con que fueron impresos por vez primera los periódicos, así que los sedimentos sólidos que contiene el agua procedente del proceso de destintado, debe contener, celulosa, hemicelulosa y ligninas, así como almidones y azúcares en muy pequeña cantidad y disueltos. El residuo insoluble reportado en el análisis está constituido por impurezas sólidas que van dentro del papel para reciclar, pigmentos que se encuentran en las tintas de impresión, etc.

La celulosa y la lignina constituyen parte de los organismos vegetales, y al ser depositados en el suelo, los microorganismos utilizan esta materia para -- proveerse de carbono o de carbono y energía. La celulosa y la hemicelulosa no son sino carbohidratos cuya descomposición produce finalmente bióxido de carbono, ácido húmico y otros ácidos orgánicos.

V.D.1.- Mecanismos de descomposición y organismos responsables.- La descomposición de la celulosa la realizan principalmente hongos y bacterias aerobias y anaerobias por medio de la hidrólisis enzimática, interviniendo de manera especial la enzima celulasa. Las sustancias mucilaginosas como levanas y dextranas importantes para la agregación del suelo, se forman como productos intermedios.

En condiciones aerobias, después de la hidrólisis, se forman azúcares como celobiosa y glucosa, esta última requiere forzosamente de la presencia de agua. La fracción de glucosa que no es asimilable por los microorganismos, estos mismos la descomponen siendo oxidada hasta dióxido de carbono, todo en condiciones aerobias.

La celulosa o la glucosa puede ser transformada en diversos ácidos orgánicos como el acético, butírico, láctico, fórmico, siempre que haya ausencia de oxígeno.

Las paredes de las células vegetales al principio del crecimiento están constituidas casi exclusivamente por celulosa, que contiene un 44% aproximadamente de carbono. A medida que el desarrollo progresa, la pared celular se va endureciendo a causa de la deposición de la lignina que forma junto con la celulosa nuevos compuestos: las lignocelulosas cuyo contenido de carbono es de un 47 a 50%. La lignina pura posee un 61-65% de carbono. El punto de mayor significación es la gran resistencia de la lignina a la descomposición, por lo que tan solo unos cuantos organismos son capaces de atacarla y utilizarla como fuente de energía. Entre ellos los más eficientes son algunos hongos superiores.

La celulosa y la hemicelulosa son descompuestas por los microorganismos del -- suelo mucho antes de que éstos ataquen a la lignina, la cual queda como un residuo, que es el componente principal y permanente del humus. Este residuo de lignina el ácido húmico es de carácter coloidal, y presenta los fenómenos de -- superficie (intercambio iónico) que presentan las arcillas, por ejemplo. (61)

Así pues entre mayor sea el contenido de celulosa de los materiales orgánicos, más rápidamente se incorpora al suelo. Por esta razón el contenido de celulosa en los suelos es muy bajo.

Los microorganismos encargados de la descomposición incluyen especies de bacterias, hongos y actinomicetos como: pseudomonas, Achromobacter, Bacillus, -- Clostridium, Streptomicetos, Cytophaga, Trichoderma, Chaetomium y Coprinus, - Cellvibrio, Humicola, Gliocladium y Flavobacterium entre otros. (62)

La mayor parte de los hongos del suelo contribuyen al proceso de descomposición de la materia orgánica, pero algunos son perjudiciales pues originan considerables enfermedades de importancia económica en las raíces. Las plántulas jóvenes que son particularmente susceptibles al ataque de los hongos, a menudo pueden protegerse tratando las semillas antes de la siembra con un compuesto fungicida que prevenga la invasión fungosa de la raíz joven. La infección de raíces de las plantas más viejas es más difícil de evitar. (63)

La velocidad a la que la celulosa es metabolizada, se encuentra gobernada por un buen número de factores ambientales, entre los que se mencionan: características físicas y químicas de los suelos, nivel disponible de nitrógeno, temperatura, aireación, humedad y pH, la presencia de otros carbohidratos y la proporción de lignina en el residuo.

La velocidad de descomposición es proporcional a la concentración de nitrógeno agregado, los valores óptimos son de 1 parte de nitrógeno por 35 partes de celulosa. Los estiércoles o la adición de nitrógeno orgánico acelera la descomposición.

La utilización biológica de la celulosa se lleva a cabo entre 5 y 65°C. Cada una de las variedades de organismos celulolíticos se afectan en forma diferente por la temperatura. Los mesófilos predominan a temperaturas moderadas, en tanto que los termófilos se adaptan y efectúan rápidamente la descomposición de la celulosa a temperaturas del orden de 45°C, y también se acelera la acción enzimática.

Ya se mencionó el resultado de que la acción de los microorganismos actúen en medios aerobios o anaerobios, y las consecuencias en los productos finales.

En pH neutro o alcalino, una gran cantidad de microorganismos son capaces de

crecer y liberar las enzimas apropiadas para efectuar la hidrólisis de los polisacáridos, sin embargo a pH ácido la descomposición se efectúa básicamente por hongos filamentosos. (64)

Funciones de la materia orgánica en el suelo .- La materia orgánica tiene en el suelo diferentes funciones que se resumen enseguida:

- 1.- Los residuos orgánicos en la superficie del suelo reducen el impacto de -- las gotas de lluvia y favorecen la infiltración lenta del agua.
- 2.- La descomposición de la materia orgánica produce sustancias y aglutinantes microbianos que ayudan a estabilizar la estructura del suelo.
- 3.- Los residuos orgánicos sobre la superficie del suelo, reducen la erosión -- eólica.
- 4.- Las cubiertas de residuos orgánicos bajan la temperatura del suelo en verano y conservan el suelo más caliente en invierno.
- 5.- Las pérdidas de agua por evaporación son menores cuando se dispone de cu-- biertas de residuos orgánicos en el suelo.
- 6.- Un suelo de alto contenido de materia orgánica tiene mayor capacidad de -- agua aprovechable para el desarrollo de las plantas.
- 7.- Los ácidos orgánicos liberados durante la descomposición de la materia or-- gánica ayudan a disolver minerales y a hacerlos más accesibles para el de-- sarrollo de las plantas. (65).

V.D.2.- Diseño del experimento.- Con el objeto de afectar las condiciones mi-- crobiológicas del suelo, se seleccionaron tres tipos de estiércol que pudie-- ran variar en las especies de microorganismos y en su contenido de nutrientes-- como son estiércol de bovino, gallinaza, y caprino, además se consideró la comu

posta de basuras urbanas. Asimismo, se seleccionaron dos activadores biológicos el Biogen y la Cofuna que se anuncian como activadores de los microorganismos del suelo.

Se incluyó un tratamiento con azufre, un testigo al que se agregó solamente celulosa y uno más conteniendo solamente suelo.

Considerando que la celulosa en el suelo se podría tener acumulada en la superficie o mezclada en el suelo, se decidió probar los tratamientos en ambas condiciones.

Las dosis de celulosa fueron de 25, 50, 75 y 100 toneladas/hectárea.

El experimento se llevó a cabo en el invernadero utilizando macetas. De acuerdo con los tratamientos se utilizó un arreglo factorial de $8 \times 4 \times 2$ para un total de 64 tratamientos utilizando dos repeticiones. En el caso del suelo se pusieron solo 4 macetas. La distribución se ve en el cuadro V.XX

V.D.3.- Descripción del experimento.- Para estudiar el proceso de descomposi--ción de la celulosa en condiciones similares a las que se tendrían en el campo, se procedió a realizar un muestreo en la zona, obteniéndose suelo de la capa -superficial, aproximadamente hasta de 15 cm. de profundidad. Este suelo tenía características físicas y químicas similares a las de las parcelas experimentales.

El material celulósico se obtuvo directamente de los terrenos de cultivo en --los cuales se aplicó exceso de agua y se acumuló una capa de celulosa.

El agua usada fué agua del efluente.

Se seleccionaron recipientes de material plástico de 17.7 cm. de diámetro supe

EXPERIMENTO DE DESCOMPOSICION DE LA CELULOSA

CUADRO V-XX.

Tratamiento	Forma de aplicación	Celulosa Aplicada			
		No. 1 25 ton/ha	No. 2 50 ton/ha	No. 3 75 ton/ha	No. 4 100 ton/ha
Estiércol de caprino TEC	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Estiércol de bovino TEB	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Gallinaza TEG	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Activador Biológico Biogen TPJ	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Activador Biológico Cofuna TCF	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Tratamiento composta de basuras urbanas TCB	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Tratamiento con azufre TS	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4
Tratamiento testigo TT	En la superficie	A-1	A-2	A-3	A-4
	Mezclado	B-1	B-2	B-3	B-4

rior y 15 cm de diámetro inferior, con capacidad de 4 kilos.

De acuerdo a los tratamientos se desmenuzó la celulosa dejando pedazos cuyo tamaño máximo era 1 cm², se pesaron las cantidades correspondientes a 25, 50, 75 y 100 ton/ha. En los tratamientos de mezclado se hizo la mezcla con los 3 kilos de suelo, en los otros tratamientos se colocó sobre la superficie del suelo.

Se agregaron 100 kilos de nitrógeno por hectárea, usando sulfato de amonio.

Los tratamientos de estiércoles, composta, activadores biológicos y azufre se aplicaron sobre la superficie en las siguientes proporciones:

PRODUCTO	CANTIDAD POR HECTÁREA
Estiércol de Caprino	12 toneladas
Estiércol de bovino	12 toneladas
Gallinaza	12 toneladas
Biogén	5 toneladas
Cofuna	5 toneladas
Composta de basura	12 toneladas
Azufre	0,5 toneladas.

Una vez aplicados los tratamientos se procedió a humedecer el suelo hasta un 21% de humedad. Se permitió que el nivel de humedad en las macetas descendiera hasta 15% para volverlas a humedecer hasta 21%.

Este proceso se controló con base al peso de las macetas y se continuó durante tres meses, para un total de 13 riegos.

V.D.4.- Metodología de Evaluación del grado de descomposición.- Para cuantificar la descomposición de la celulosa se seleccionaron seis determinaciones: Porcentaje de solubilidad en NaOH 1N, Porcentaje de absorción de humedad, Porcentaje de cenizas, Dureza, Coloración y Penetrabilidad en el suelo.

Debido a que cada una de las características permite conocer diversas características del estado de avance de la transformación del material, estos parámetros se evaluaron en su conjunto, con objeto de conocer cuál es el tratamiento más adecuado para efectuar la transformación de la celulosa. Con éste fin se calculó el efecto integral en forma aditiva, usando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{S + A + Cz + C + D + P}{6}$$

En donde:

E= Valor de evaluación integrada.

S, A, Cz, C, D, P, son los porcentajes relativos de descomposición considerando 0 para la celulosa original y 100 para el tratamiento que indicó la mayor descomposición.

Cada una de las determinaciones se hizo de acuerdo al siguiente procedimiento:

Porcentaje de Solubilidad.- En esta determinación se pesaron 2 gramos de celulosa seca de cada maceta, los que se colocaron en 50 ml de solución 1N de NaOH - durante 30 minutos y después se volvieron a pesar, expresándose la diferencia en por ciento.

Porcentaje de Absorción de Humedad.- Se tomaron 2 gramos de celulosa seca colocándose en 50 ml de agua por 30 minutos, posteriormente se eliminó el exceso de agua y se volvieron a pesar. La diferencia se expresó en por ciento de humedad respecto a los dos gramos.

Determinación del porcentaje de cenizas.- Dos gramos de celulosa seca se colocaron en un crisol, el cuál se mantuvo a 800°C por una hora en una mufla. El residuo se pesó y se expresó como por ciento.

Determinación de dureza.- Se obtuvieron muestras de celulosa de cada tratamiento y manualmente se apreció su resistencia al rasgado, expresándose en porcentaje.

Coloración.- Se estableció una escala de valores de uno al 10 y comparativamente se obtuvieron los valores correspondientes a cada tratamiento usando pedazos de celulosa.

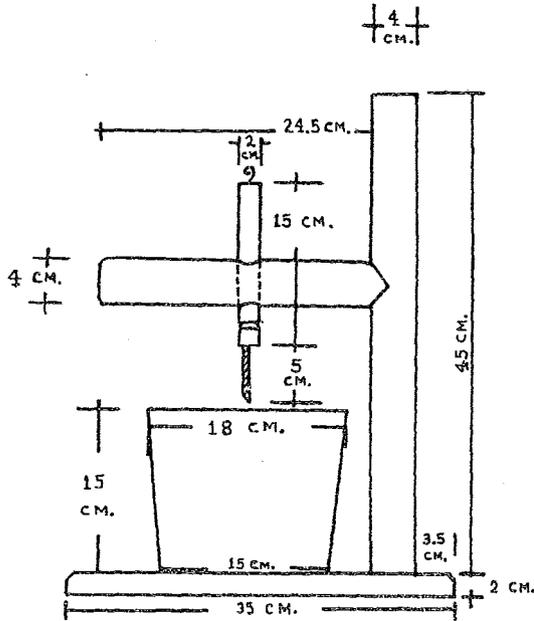
Penetrabilidad.- Se usó un penetrómetro de aguja diseñado y construido para esta determinación. Como se ve en la figura V.XXI. Se midió la penetrabilidad dejando caer la aguja desde una altura de 10 cm y midiendo la distancia de penetración. Esta determinación se llevó a cabo cuando el suelo tenía 18% de humedad en cuatro puntos distintos de la maceta. Sin embargo, los resultados no son consistentes y fueron descartados de la evaluación global.

V.D.5.- Resultados y Discusión.- Por cuestión de representatividad e interés en este informe solo se discutirán los resultados obtenidos para el tratamiento de 100 ton/hectárea, esto comprende una condición totalmente anormal y crítica, pues con las láminas totales de riego solo se tendrán depósitos menores de 50 ton/hectárea/año.

Para el porcentaje de solubilidad en NaOH 1N, se encontró que la descomposición para el tratamiento testigo absoluto, fué de 20%, y en el caso del Biogén fué de 54%. En todos los casos la descomposición fué menor cuando se colocó la celulosa sobre el suelo que cuando se mezcló con él.

Tanto el tratamiento con azufre como el de composta de basura se comportaron en forma similar al testigo.

Para el porcentaje de absorción de humedad, el tratamiento para el testigo absoluto (celulosa original), alcanzó el valor más alto, 357%, disminuyendo has-



PENETROMETRO.

fig.V. XXI.

ta 127% para el tratamiento con estiércol de gallina.

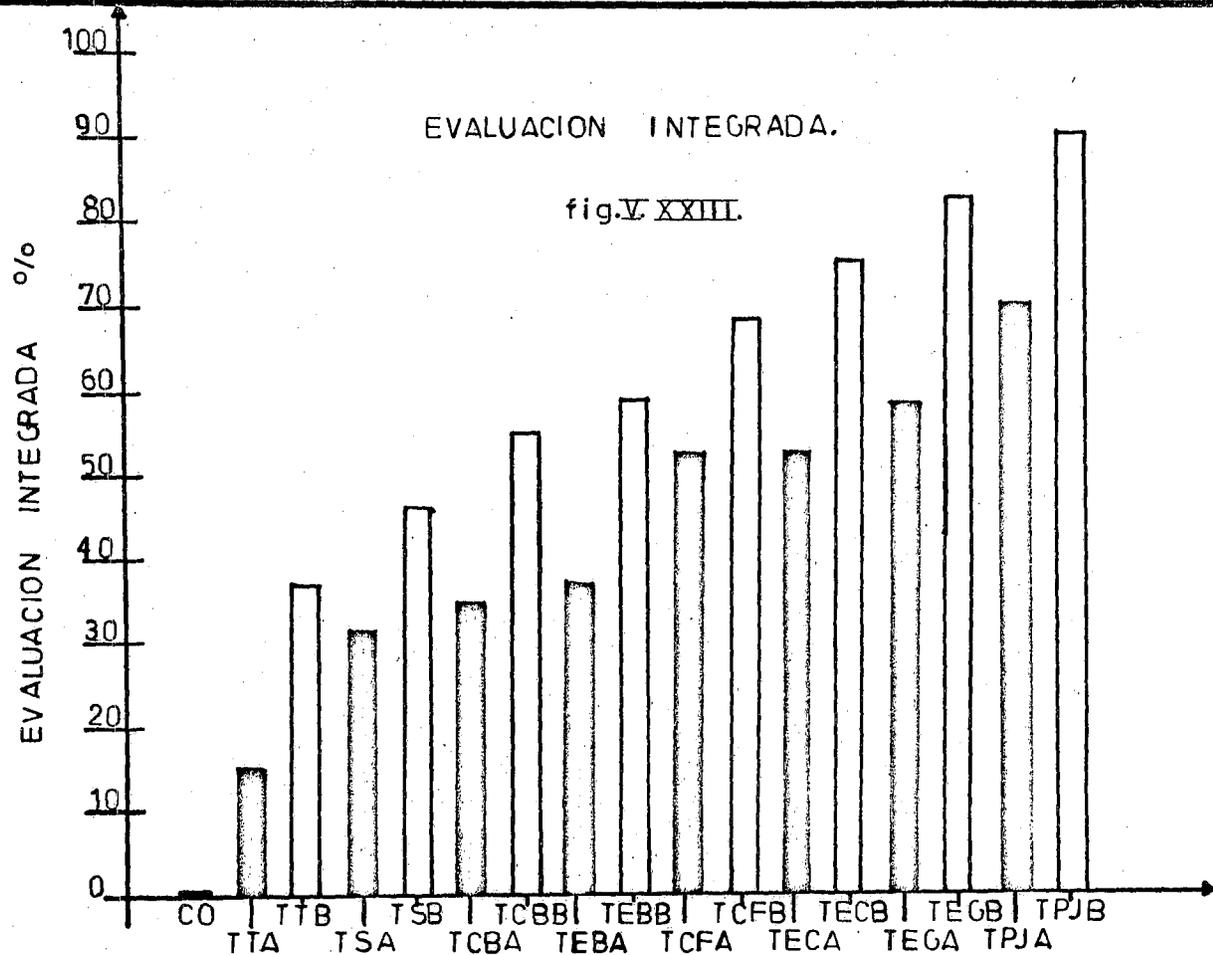
Los valores obtenidos para el procentaje de cenizas fueron: el más alto de 68% para el estiércol de caprino y el más bajo para la celulosa original con solo 22%.

El grado de resistencia al rasgado necesitó de la construcción de una escala - en la que se asignó el valor de 10 para la celulosa original. En el caso de - la coloración se aplicó el criterio inverso, de modo que se asignó el valor de cero para la celulosa original y 10 para el color del suelo.

La prueba de la penetrabilidad refleja el efecto de la materia orgánica sobre la estructura del suelo, correspondiendo condiciones físicas más favorables a una mayor penetrabilidad. Desde el punto de vista de la celulosa, aparentemente una menor descomposición daría mayor penetrabilidad. Se encontró que para esta prueba el testigo, el azufre y la cofuna permitieron una mayor penetrabilidad, y que en los tratamientos con estiércoles a pesar que se les adicionó más materia orgánica, se tuvo una mayor resistencia a la penetración lo que implica una mayor descomposición. En el caso del biogén, a pesar de que en general había presentado mayor descomposición en las pruebas anteriores, la penetrabilidad fué mayor y esto fué más acentuado cuando se mezcló la celulosa en el suelo. Lo que hace pensar que los productos de la descomposición tienen una estructura física diferente en los distintos estadios de la descomposición.

En el cuadro V.XXII y la figura V.XXIII se muestran los resultados de la evaluación integrada. En donde puede verse que los máximos valores de descomposición detectados a través de las diversas determinaciones de obtuvieron para el biogén en dos casos y para el estiércol de gallina en dos, ambos mezclados con el suelo.

TRATAMIENTO	Prueba % de Solu-bilidad	Prueba del % de Absor-ción de hu-medad.	Prueba del % de cenizas	Prueba de co-lora-ción.	Prueba de dureza	EVALUACION						Valor de Evalua-ción In-tegrado
						0	0	0	0	0	0	
Celulosa original CO	20.0	357.0	22.0	0	10.0	0	0	0	0	0	0	0
Testigo en la Superficie TTA	30.0	281.5	25.0	0.375	9.30	29.0	32.8	6.5	6.3	14.0	17.7	
Testigo mezclado con el suelo TTB	41.0	223.0	36.5	0.625	8.80	62.0	58.3	31.5	10.4	24.0	37.2	
Azufre en la Superficie TSA	35.0	214.0	33.5	0.750	9.30	44.1	62.2	25.0	12.5	14.0	31.6	
Azufre mezclado con el suelo TSB	43.0	157.0	39.0	0.875	8.80	67.6	86.9	37.0	14.8	24.0	46.1	
Composta de basura en la Superficie. TCBA	33.5	228.0	27.0	1.875	8.25	40.0	56.1	11.0	31.3	35.0	34.7	
Composta de basura mezcla-da con el suelo TCBB	44.5	214.0	48.0	2.250	7.75	72.1	62.2	56.5	37.5	45.0	54.7	
Estiércol de bovino en la superficie TEBA	32.0	223.0	26.0	2.750	8.25	35.3	58.3	8.7	45.8	35.0	36.6	
Estiércol de bovino mez-clado con el suelo TEBB	47.5	196.0	42.5	3.250	7.75	81.0	70.0	44.6	54.2	45.0	59.0	
Estiércol de caprino en la du-perficie TECA	31.5	165.0	46.0	1.750	7.00	34.0	83.5	52.0	29.2	60.0	51.7	
Estiércol de caprino mez-clado con el suelo TECB	48.0	155.0	68.0	2.250	6.50	82.4	87.8	100.0	37.5	70.0	75.5	
Cofuna en la superficie TCFA	40.5	169.0	27.0	4.250	8.25	60.1	81.7	11.0	70.8	35.0	51.7	
Cofuna mezclada con el suelo TCFB	48.5	155.0	42.0	4.750	7.75	84.0	87.8	43.4	79.2	45.0	68.0	
Gallinaza en la superficie TEGA	32.0	162.0	35.0	5.000	7.00	35.3	84.8	28.3	83.3	60.0	58.3	
Gallinaza mezclada con suelo TEBB	48.0	127.0	48.5	6.000	6.50	82.4	100.0	57.6	100.0	70.0	82.0	
Biogen en la superficie TRJA	45.0	155.0	36.0	4.750	6.00	73.5	87.8	30.4	79.2	80.0	70.2	
Biogen mezclado con el suelo TRJB	54.0	130.0	46.5	5.750	5.00	100	99.0	53.3	95.8	100.0	89.6	



El valor máximo integrado con 89.6% correspondió al tratamiento con biogén mezclado con el suelo. La gallinaza alcanzó un 82%. Estos tratamientos redujeron en un 25% y 30% su acción, cuando la celulosa se aplicó sobre la superficie.

El estiércol de caprino fué superior al estiércol de bovino y alcanzó hasta un 75% relativo. La cofuna tuvo un efecto mayor que la composta de basura. El tratamiento con azufre tuvo poco efecto.

V.D.6. . C o n c l u s i o n e s .

- De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que la celulosa mejora la retención de humedad y las propiedades físicas del suelo.
- Considerando que la acumulación excesiva sobre la superficie del suelo podría traer problemas mecánicos para el manejo del suelo, es recomendable incorporarla, mediante escardas, rastreo o volteando en la labor de arado.
- La descomposición de la celulosa se acelera mediante la adición de inoculantes entre los que se recomienda por su disponibilidad en la zona, los estiércoles especialmente el de gallina y el de caprino.
- De acuerdo con este experimento, en el caso en que se deseara producir una composta de celulosa, se puede utilizar para el efecto biogén o gallinaza.
- Con solo incorporarla al suelo, la celulosa se descompone en tres meses en un 37%, en cantidades de aplicación tan altas como 100 ton/hectárea/aplicación, y con la sola aplicación de estiércol de caprino, 75%, en tanto que con la aplicación de gallinaza la descomposición es del orden de 82.0%. Se debe recordar que las recomendaciones de aplicación de materia orgánica señalan -- siempre un consumo de elementos nutritivos como N, P, K, etc., por los microorganismos, por lo que toda aplicación, supone un decremento de estos elementos en el suelo, esta es la razón por la que en el experimento se aplicaron 100 kilos de nitrógeno/hectárea.
- Es posible que se tengan otras ventajas si en lugar de aplicar la celulosa se aplica el material en forma de composta, sin embargo esto presupone gastos adicionales, que se tienen que evaluar no solo desde el punto de vista económico, sino desde el punto de vista de mejoras adicionales para el suelo, y mayor prosperidad en los cultivos.

Las determinaciones usadas en este trabajo pueden ser objeto de discusión en -
cuanto a su validez absoluta, sin embargo su aplicación en este caso, es más -
que nada relativo por lo que se puede utilizar en este caso específico, pero
obviamente no deben tomarse como valores absolutos y universales.

TERCERA FASE

CAPITULO VI.- Experimentos con Roedores y Peces.

La inocuidad de las aguas residuales, puede establecerse desde el punto de vista químico, por medio de análisis, sin embargo existen aspectos que involucran procesos fisiológicos, difícilmente predecibles por medio del análisis. Hay necesidad entonces de efectuar bioensayos, en que con seres vivos: vegetales o animales se sujetan a observación aquellos parámetros que entrañen algún problema por remoto que este sea. En los análisis químicos no se pueden analizar todos los elementos pues es bien sabido que la presencia de algunos interfiere en las determinaciones de otros, y nunca un análisis químico por completo que sea podrá prever los fenómenos de sinergismo que con mucha frecuencia se presentan.

El medio ambiente influye en forma decisiva en la ocurrencia de alteraciones en la fisiología de los seres vivos, de modo que ningún trabajo que busque aplicaciones de aguas residuales estará completo si no incluye experimentos bióticos, por más completos que sean los estudios bibliográficos, ni los análisis químicos, físicos ó biológicos, etc.

Tampoco es posible asegurar la inocuidad de un producto solo porque este ha sido probado en animales y vegetales, pues es bien sabido de las distintas trayectorias que siguen los elementos tóxicos y metales pesados en su acumulación, - por ejemplo. Pero la probabilidad de riesgo es menor, una vez que se agotan los medios al alcance del experimentador.

Independientemente de los resultados de los análisis químicos, de los reportes bibliográficos sobre usos similares de aguas residuales, de los resultados expe

rimentales con plantas, del cuidado que se tiene con los suelos, etc., se vió la necesidad de probar el efluente en conejos y en peces.

El sistema de distribución de las aguas de riego se hacen en canales de tierra, abiertos, esto dá oportunidad para que el agua residual quede al alcance de animales domésticos que la ingieren. El hecho de que a los ejidatarios se les asegure la inocuidad del agua basándose exclusivamente en los resultados de los análisis químicos, no proporciona la confianza que se dá cuando a los animales en forma continuada se les hace ingerir ese mismo efluente.

Esta fué la razón que se tuvo para iniciar un experimento con conejos, buscando aquéllas alteraciones, genéticas, de comportamiento, desarrollo, fisiológicas y orgánicas que se pudieran presentar a causa de la ingestión prolongada y continua del efluente.

Por otro lado, si a causa de lluvias torrenciales, el uso del efluente en la agricultura se viera suspendido y este llegase finalmente a cuerpos receptores de agua en donde existen comunidades biológicas, aprovechándose además el agua para regar superficies importantes de terreno, ¿Cómo se determinaría la influencia de las aguas residuales en ambos casos?.

Para contemplar este segundo aspecto se realizaron los experimentos con peces cautivos y los estudios procedentes en el cuerpo receptor.

Estos bioensayos, requieren de medios que no se tienen al alcance de una fábrica de papel ya no sólo en México, sino en el mundo, se necesitan especialistas altamente calificados para que sean capaces de montar los experimentos, hacer el seguimiento y analizar la información. Desafortunadamente no se encontraron científicos y técnicos que reunieran estas cualidades y que estuviesen dispuestos a trabajar y a aplicar sus conocimientos y experiencia, puesto que el experi

mento era muy modesto y no se tenían todos los recursos apetecibles.

Así que se trabajó con aquellos hombres y mujeres que aportando su experiencia puntual finalmente permitieron los resultados que en este trabajo se presentarán.

VI.A.- Experimentos con conejos

El objetivo de este estudio fué detectar las alteraciones fisiológicas, genéticas, de comportamiento y desarrollo de los animales que ingieren el efluente del proceso de destintado, para lo cual se usaron técnicas de observación, análisis histopatológicos, bacteriológicos, coproparasitológicos, toxicológicos, biometrías hemáticas y uroanálisis.

Para detectar las alteraciones genéticas en un período no muy largo y tomando en cuenta la facilidad de manejo, se decidió experimentar con conejos. Así que los resultados son solo aplicables a otros animales tales como los rumiantes solo en la medida en que sus caracteres de orden fisiológico y genético guarden ciertas relaciones.

En 1977 se realizó un experimento con aguas residuales procedentes del proceso de destintado de la planta de GSP en Pomona Calif., dicho experimento fué llevado a cabo en The animal Science Department of the California State Polytechnic University de Pomona Calif.

La duración del experimento fué de 60 días y abarcó: 16 caballos, 10 vacas, 10 ovejas y 10 cabras. Los resultados de este experimento no arrojaron ningún problema con los animales que durante todo ese tiempo estuvieron bebiendo solamente agua residual.

Con estos antecedentes se diseñó el experimento con conejos de la siguiente ma-

nera;

VI.A. 1.- Diseño del Experimento.

El experimento dió principio el 22 de julio de 1977 con 9 conejos de la variedad Nueva Zelanda, blanco. Todas hembras impúberes. Destinándose cuatro de ellas para ingerir efluente, a las que se les denominó "experimentales". Las otras cinco ingirieron agua limpia de pozo y se les denominó "testigos". Todos los animales cumplieron una cuarentena de aclimatación.

Los machos que cubrieron a las hembras se buscaron cuidadosamente para evitar consanguinidad, y siempre se cruzaron machos experimentales con hembras experimentales y machos testigos con hembras testigos.

La duración del experimento fué de 20 meses, durante los cuales se trató a todos los especímenes de la misma manera.

Se dió albergue a los animales en una caseta de lámina con ventilación asignando a cada conejo su propia jaula con 0.45 m^2 de área con su comedero y bebedero.

El experimento se llevó a cabo en las condiciones ambientales de la zona donde se localiza la fábrica, sin que hubiese ningún control ni de temperatura, ni de humedad.

La dieta consistió en aproximadamente 25% en peso de alfalfa y cinco gramos de alimento balanceado por cada 100 gramos del peso del cuerpo del animal por día, de modo de evitar obesidad. El alimento balanceado comercial se presenta en forma de pellets y está compuesto por cereales molidos, harinas de origen animal alfalfa deshidratada y melaza de azúcar. El análisis garantizado de este alimento es el siguiente: humedad 11%, proteína 16%, grasa 1%, fibra 18%, cenizas

7.5%, E.L.N. 45%, Calcio 1% y Fósforo 0.5%.

A cada animal se le asignó su tarjeta de control para registrar fechas de cubrición, nacimiento de crías, destete, número de crías vivas al nacer, número de crías muertas al nacer, clave del macho, datos del conejo "dueño" de la jaula, con las claves de sus padres, sexo, peso, etc.

El experimento se condujo de modo que fue posible ver hasta cuatro generaciones diferentes y hasta cinco camadas de una misma coneja en el caso de la primera generación. Las cubriciones fueron suspendidas en Agosto de 1978 y el experimento se concluyó el 4 de Abril de 1979 con el sacrificio de todos los conejos testigos y experimentales.

El total de conejos durante el experimento fue de 598, con 9 hembras originales y 8 sementales para cubrir a las distintas generaciones y 581 crías destetadas. El 59.53% de la población fueron conejos testigos y el 40.47% fueron conejos experimentales, ésto se debió a que se inició con cinco testigos y cuatro experimentales y a que en los inicios del experimento se sacrificaron experimentales con mayor frecuencia que testigos, con el objeto de detectar efectos nocivos a través del análisis de los órganos internos.

Del total de conejos del experimento solamente fueron dedicados a la reproducción 112 hembras de las diferentes camadas y generaciones es decir, el 18.73 % del total, el resto de crías se eliminaron del experimento despues del destete.

Durante la realización del experimento se contó con la ayuda de médicos veterinarios zootecnistas de los laboratorios de Diagnóstico de Patología Animal de San Felipe, Gto., dependientes de la Dirección General de Sanidad Animal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en lo que se refiere a necropsias, muestreos de sangre tomados del corazón, muestreos de órganos internos para análisis histopatológicos, toxicológicos y bacteriológicos, muestreos

de orina y muestreos de excremento, encargándose los mismos laboratorios de los análisis correspondientes.

Durante el experimento se practicaron necropsias a dos crías al menos, de cada camada destetada, enviándose para análisis muestras de: hígado, riñones, estómago, intestinos, contenido estomacal, bazo, corazón, pulmones, etc., practicándose en el cadáver una minuciosa inspección visual de manera que al detectar - cualquier órgano con alguna diferencia, este se enviaba para su análisis.

De cada camada destetada se conservó una hembra para procrear.

Se llegó al final del experimento con 93 conejos en total, 48 testigos y 45 experimentales, los cuales fueron sacrificados y analizados por médicos veterinarios, en presencia de un Notario Público y de Ejidatarios del "Rosario".

Del total de conejos sacrificados se muestreó el 31% para análisis toxicológicos de órganos internos.

En el cuadro VI. XXIV, se ve la genealogía y secuencia del experimento.

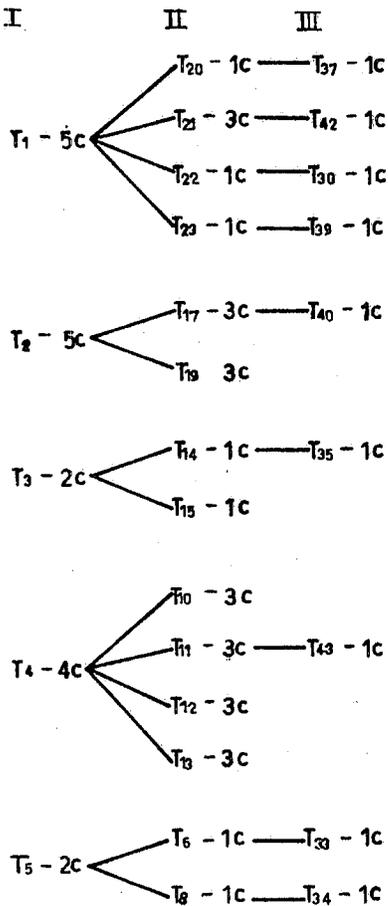
Los parámetros de control del experimento que se consideraron determinantes - además de los análisis, fueron los siguientes:

- a) Número de crías destetadas.
- b) Tiempo de gestación.
- c) Porcentaje de machos al destete.
- d) Incremento promedio en peso antes del destete por gazapo
- e) Porcentaje de crías que nacieron muertas.
- f) Porcentaje de crías que murieron después de nacer.
- g) Peso de adultos al inicio y al final del experimento.

VI.A.2.- Posibles problemas esperados en el experimento con conejos, Siendo --

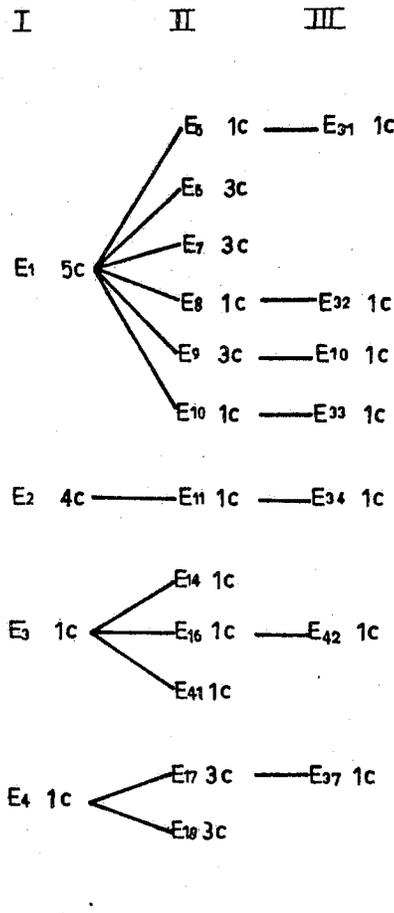
Genealogia de conejos testigos y experimentales

GENERACION : I



T = Conejos testigos
 C = Numero de camadas

GENERACION : I



T = Conejos experimentales
 C = Numero de camadas

el contenido de sales en el agua más alta que la normal, se esperaba algún problema con los riñones, aunque por la fisiología del animal una gran parte de las sales se excretan junto con las heces fecales. La única forma de que el contenido total de sales llegara directamente al riñón, sería si el agua fuese inyectada al torrente sanguíneo del animal. Sin embargo el hecho de que el agua que beben contenga una proporción anormalmente alta de sales debe tener una incidencia final en los riñones.

Los problemas en el riñón se esperaban fuese, desde nefrosis crónica (inflamación del riñón), formación de cálculos en el riñón, posible retención de agua en los tejidos, alteraciones orgánicas en los riñones, entre otras.

Por lo que toca al contenido de negro de humo en las aguas residuales, se sabía que si el tamaño de las partículas de este material era tan pequeño como para recubrir el yeyuno y el íleon impidiendo con esto la absorción de elementos nutricionales que se incorporarían al sistema linfático para llegar al corazón y ser transportados por la sangre hasta las células, provocando finalmente una desnutrición o falta de elementos determinados, así como malfuncionamiento del estómago y el intestino delgado.

Se esperaba avitaminosis, desnutrición, no aprovechamiento de los alimentos, etc. (66), (67).

No se esperaban problemas por el contenido de celulosa en el agua, pues es bien sabido que los alimentos contienen este material y que los animales con un solo estómago lo deshechan en sus heces fecales sin prácticamente ninguna modificación, en tanto que los estómagos de los rumiantes, que tienen en su interior microorganismos celulolíticos como parte normal de su microflora intestinal, lo degradan y lo aprovechan en un grado mayor.

A pesar de lo anterior se tuvo especial cuidado al revisar el aparato digestivo de los animales, buscando enteritis.

La presencia de microorganismos patógenos en el agua, produciría una incidencia de enfermedades mayor en los conejos experimentales que en los testigos.

VI.A.3.- RESULTADOS .

VI.A.3.1. Toxicología. - El 4 de Abril de 1979, fecha de conclusión del experimento, se tomaron al azar 15 muestras de conejos testigos y 14 muestras de conejos experimentales a los cuales se les practicó análisis de arsénico, bismuto, antimonio, cobre, plomo y selenio. Los tejidos analizados procedían de hígado, riñón y estómago.

No se detectó la presencia de los elementos anteriores ni en testigos, ni en experimentales.

VI.A.3.2 .- Biometría Hemática. - El 6 de Diciembre de 1978, se tomó sangre directamente del corazón del 84% de los conejos que habían llegado al final del experimento, ésto fué en 42 conejos testigos y 36 conejos experimentales. Los valores correspondientes a la media y desviación Estándar de cada uno de los factores analizados en la biometría, se muestran en el cuadro VI.XXV.

Se consideraron tres pruebas estadísticas como suficientes para establecer, si hay o no, diferencias significativas entre las biometrías de conejos testigos y de experimentales.

Las pruebas fueron las siguientes:

FACTORES ANALIZADOS	M E D I A		DESV. ESTANDARD.	
	TESTIGOS	EXPERIMENTALES	TESTIGOS	EXPERIMENTALES
No. DE ERITROCITOS/mm ³	4 852 381	5 025 833	717 736	859 779
No. DE LEUCOCITOS/mm ³	6 588	6 254	2 650	2 078
HEMOGLOBINA grs./100 ml.	14.2	13.8	1.40	1.52
HEMATOCRITO %	40	39	4.7	4.2
LINFOCITOS %	65	69	10.1	10.8
MONOCITOS %	6.6	6.6	3.7	3.2
NEUTROFILOS %	25.9	22.3	9.3	10.7
EOSINOFILOS %	2.3	2.1	2.3	1.8
BASOFILOS %	0.4	0.3	0.8	0.8

- a) Prueba de Slippage.- Para probar la hipótesis de que las dos poblaciones tienen la misma función de distribución.
- b) Prueba F.- Para probar la hipótesis de que ambas poblaciones tienen la misma varianza.
- c) Prueba de t .- Para probar la hipótesis de que ambas poblaciones tienen la misma media.

Las pruebas de hipótesis se hicieron al 95% de significación.

Los resultados y las conclusiones de las pruebas de hipótesis se muestran en el cuadro VI.XXVI. Como se observa no hay diferencia alguna entre testigos y experimentales por lo que se refiere a número de eritrocitos, número de leucocitos, hematocrito, linfocitos, monocitos, neutrófilos y eosinófilos.

Para hemoglobina y basófilos se encontró que hay diferencia solo en la media, siendo el valor de los experimentales, el 97% del correspondiente para testigos en el caso de la hemoglobina y para los basófilos la diferencia es mayor. La función de distribución y la desviación estándar es la misma para testigos y experimentales.

Dados los resultados para hemoglobina y basófilos, se investigó por medio del análisis de varianza de las medias, si alguna generación de conejos hubiese influido de manera especial en los resultados de pruebas de hipótesis. Los cuadros VI.XXVII y VI.XXVIII muestran los valores de hemoglobina y basófilos para las diferentes generaciones y repeticiones de conejos de ambos grupos. Testigos y experimentales; asimismo, se muestran los resultados del análisis de varianza en los cuadros VI.XXIX y VI.XXX. No se encontraron diferencias significativas al 95% entre las diferentes generaciones, ni entre repeticiones tampoco se encontraron diferencias entre testigos y experimentales.

CUADRO VI.XXVI. PRUEBAS DE HIPOTESIS - BIOMETRIA HEMATICA *

TESTIGOS O EXPERIMENTALES TIENEN LA MISMA: *

FACTORES ANALIZADOS	DISTRIBUCION * PRUEBA DE SLIPPAGE (95% DE SIGNIF.)	VARIANZA * PRUEBA F (95% DE SIGNIF.)	MEDIA * PRUEBA (95% DE SIGNIF.)	CONCLUSIONES
No. DE ERITROCITOS/mm ³	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
No. DE LEUCOCITOS/mm ³	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
HEMOGLOBINA GRS/100 mm	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE RECHAZA	HAY DIFERENCIA SOLO EN LA MEDIA
HEMATOCRITO %	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
LINFOCITOS %	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
MONOCITOS %	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
NEUTROFILOS %	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
EOSINOFILOS %	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE ACEPTA	NO HAY DIFERENCIA
BASOFILOS %	SE ACEPTA	SE ACEPTA	SE RECHAZA	HAY DIFERENCIA SOLO EN LA MEDIA

CUADRO VI.XXVII.

FACTOR ANALIZADO	HEMOGLOBINA gr/100 mm.								MEDIAS
	I		II		III		IV		
TESTIGO O EXPERIMENTAL	T	E	T	E	T	E	T	E	
1	11.5	11.5	14.5	13.5	13.0	14.6	14.8	13.0	13.3
2	13.0	12.0	12.2	13.5	14.2	15.5	13.5	15.5	13.7
3	15.0	----	14.6	14.2	14.7	14.8	15.5	14.0	14.7
MEDIAS	13.2	11.8	13.8	13.8	13.9	14.9	14.6	14.2	13.9

HEMOGLOBINA gr/100 mm.
REPETICIONES

TRATAMIENTO	1	2	3
T-II	14.5	12.2	14.6
E-II	13.5	13.1	14.2
T-III	13.0	14.2	14.7
E-III	14.6	15.5	14.8
T-IV	14.8	13.5	15.5
E-IV	13.0	15.5	14.0

CUADRO VI.XXVIII.

FACTOR ANALIZADO	BASOFILOS %								MEDIAS
	I		II		III		IV		
TESTIGO O EXPERIMENTAL	T	E	T	E	T	E	T	E	
1	0.00	0.00	0.33	0.00	1.33	0.50	0.00	0.00	0.27
2	0.00	--	0.00	0.50	0.33	0.00	0.00	0.00	0.12
3	1.00	--	0.43	0.00	0.28	0.66	1.00	0.00	0.48
MEDIAS	0.33	0.00	0.25	0.16	0.64	0.38	0.33	0.00	0.29

BASOFILOS %
REPETICIONES.

TRATAMIENTOS	1	2	3
T-II	0.33	0.00	0.43
E-II	0.00	0.50	0.00
T-III	1.33	0.33	0.28
E-III	0.50	0.00	0.66
T-IV	0.00	0.00	1.00
E-IV	0.00	0.00	0.00

CUADRO VI.XXIX.

ANALISIS DE VARIANZA
HEMOGLOBINA .
GRS/100 mm.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIA	F CALCULADA	F DE TABLAS 95%
BLOQUES	2	1.90	0.95	0.99	19.39
TRATAMIENTOS	5	4.04	0.81	0.84	4.74
T. ó E.	1	0.08	0.08	0.08	242.00
GENERACION	2	2.22	1.11	1.16	4.10
(T ó E) x GEN.	2	1.74	0.87	0.91	19.39
ERROR EXPERIM.	10	9.61	0.96		
TOTAL CORREGIDO	18	3,633.72			

CONCLUSIONES: No hay diferencias significativas.

CUADRO VI.XXX.

ANALISIS DE VARIANZA

BASOFILOS %

FUENTES DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95%
BLOQUES	2	0.23	0.12	0.71	19.39
TRATAMIENTOS	5	0.72	0.14	0.87	4.74
T. ó E.	1	0.23	0.23	1.41	4.96
GENERACION	2	0.44	0.22	1.33	4.10
(T ó E) x GEN.	2	0.05	0.02	0.15	19.39
ERROR EXPERIM.	10	1.64	0.16		
TOTAL CORREGIDO	18	4.19			

CONCLUSIONES: No hay diferencias significativas.

Se consideraron como uno de los análisis más importantes a los realizados en la Biometría Hemática, puesto que el contenido de eritrocitos proporciona información sobre el estado nutricional y de salud del animal. Cuando el contenido de eritrocitos decrece esto obedece tanto a factores ambientales, como posibles -- enfermedades, como problemas nutricionales. También cuando el contenido de eritrocitos en la sangre aumenta, es posible que se tenga entre otras causas, una falta de oxígeno, debida a problemas en los pulmones o bien que el grupo hemo-- no tenga capacidad para transportar el oxígeno por lo que el organismo produce mayor cantidad de glóbulos rojos para suplir esa deficiencia (68).

Los leucocitos en todas sus formas van a proporcionar orientación por lo que -- toca a la existencia de enfermedades infecciosas o bien alteraciones en la fisiología.

Los resultados estadísticos señalan solo diferencias significativas para hemoglobina y basófilos, aún cuando estos dos parámetros aislados pueden tener poca significación en el análisis total es conveniente asegurar por medio de la experimentación la verdad de esta aseveración.

VI.A.3.3.- Uroanálisis.- Análisis de muestras representativas de orina -- tomadas periódicamente, detectaron tanto para testigos como para experimentales, la presencia de cristales de oxalato de calcio y sulfato de calcio. Esporádicamente se detectó también en ambas poblaciones, la presencia de células epiteliales y trazas de proteína. Los resultados promedio de los uroanálisis, se muestran a continuación:

	<u>TESTIGOS</u>	<u>EXPERIMENTALES</u>
pH	8	8
Urubilinógeno	Negativo	Negativo.
Cuerpos cetónicos	"	"

Presencia de sangre	Negativo	Negativo
Bilirrubina	"	"
Glucosa	"	"
Bacteriología	"	"

VI.A.3.4.- Análisis Coproparasitológico.- Se practicaron análisis en muestras de tres muestreos representativos en diferentes etapas del experimento. Los dos primeros resultaron negativos para testigos y experimentales, y en el último se analizó el 50% del total de los animales que llegaron al final del experimento, poco antes de concluir, siendo negativos los resultados - tanto para testigos como para experimentales. De 49 muestras en total, solo se detectaron quistes de Eimeria en una muestra, diagnosticándole a este único conejo Coccidiosis.

VI.A.3.5.- Análisis Histopatológico.- De los análisis de muestras tomadas en diferentes etapas del experimento, se diagnosticó: hepatitis crónica, - propablemente parasitaria y en otros casos glomerulo nefritis crónica. En todos los casos no hubo incidencia sobre una población en especial, pues los diagnósticos fueron dados tanto a experimentales como a testigos.

VI.A.3.6.- Parámetros de Control.-

a) Números de crías destetadas: En los cuadros VI.XXXI, y VI.XXXII se presentan los resultados promedio obtenidos para las descendencias de cuatro pies de cría originales, tomadas como repeticiones en ambas poblaciones - y de tres generaciones consideradas como tratamientos para el análisis estadístico.

Del análisis de varianza se concluye que no hay diferencias significativas entre conejos testigos y experimentales, pero si las hay entre generaciones

Cuadro VI. XXXI. NUMERO DE CRIAS DESTETADAS

GENERACION	I		II		III		
Testigo o Exp.	T	E	T	E	T	E	MEDIAS
1	6.8	10.4	7.2	6.9	8.8	8.0	8.0
2	8.0	9.3	5.8	7.0	8.0	8.0	7.7
3	8.0	9.0	8.0	6.3	10.0	6.0	7.9
4	10.0	11.0	9.0	5.3	10.0	6.0	8.6
MEDIAS	8.2	9.9	7.5	6.4	9.2	7.0	8.0

Cuadro VI. XXXII. ANALISIS DE VARIANZA

NUMERO DE CRIAS DESTETADAS

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95 %
REPETICIONES	3	2.47	0.82	0.63	8.70
TRATAMIENTOS	5	36.28	7.26	5.54*	2.90
TESTIGOS Y EXP.	1	1.71	1.71	1.30	4.54
GENERACIONES	2	18.12	9.06	6.92*	3.68
INTERACCION (T o E) x GEN	2	16.46	8.23	6.29*	3.68
ERROR EXPERIMENTAL	15	19.62	1.31		
TOTAL	23				

CONCLUSIONES: No se encontraron diferencias significativas entre testigos y experimentales.

* Si hay diferencias significativas entre generaciones tanto en testigos como en experimentales.

afectado de igual manera a ambos grupos.

b) Días de Gestación.- En los cuadros VI.XXXIII y VI.XXXIV se muestran -- los resultados y el análisis de varianza y se concluye categóricamente que no hay diferencias entre conejos testigos y experimentales, tampoco se encontraron diferencias entre generaciones ni entre repeticiones. El promedio fué de 31.4 días para testigos y de 31.2 días para experimentales.

c) Porcentaje de machos al destete.- El valor promedio para testigos resultó de 49% y para experimentales 48.7%, en los cuadros VI.XXXV y VI.XXXVI se muestran los resultados para las cuatro repeticiones de cada una de las tres generaciones y se concluye que no hay diferencia entre testigos y experimentales, ni entre repeticiones, así como tampoco para generaciones.

d) Incremento Promedio en Peso antes del Destete.- Esto significa el incremento en peso/día gazapo siendo su expresión dimensional gramos/día gazapo. El valor promedio correspondiente a testigos fué de 20.3 gramos/día gazapo en tanto que para experimentales 20.7 gramos/día gazapo. De los cuadros de resultados y análisis de varianza VI.XXXVII y VI.XXXVIII, se concluye que no hay diferencias significativas entre ambos grupos, pero que si hay diferencia entre repeticiones y también entre generaciones afectando de igual manera a ambos. Se observa que en la tercera generación el incremento en peso fué menor que en las otras dos, debido a que se racionó deliberadamente el alimento.

e) Porcentaje de crías que nacieron muertas.- En ambos casos el promedio fué de 1.7%. De los cuadros VI.XXXIX y VI.XL se deduce que no hay diferencias significativas entre ambas poblaciones, ni entre generaciones, ni en repeticiones.

CUADRO VI. XXXIII. DIAS DE GESTACION

GENERACION	I		II		III		
TESTIGO O EXP.	T	E	T	E	T	E	MEDIDAS
1	31.0	30.8	31.0	31.6	31.3	31.3	31.2
2	32.0	31.0	31.8	32.0	32.0	31.0	31.6
3	31.5	30.0	31.5	31.4	31.0	31.0	31.1
4	31.3	31.0	31.5	31.3	31.0	32.0	31.4
MEDIAS	31.5	30.7	31.5	31.6	31.3	31.3	31.3

Cuadro VI. XXXIV. ANALISIS DE VARIANZA

DIAS DE GESTACION

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95%
REPETICIONES	3	1.11	0.37	2.64	3.29
TRATAMIENTOS	5	1.93	0.39	2.74	2.90
TESTIGOS Y EXP.	1	0.26	0.26	1.86	4.54
GENERACIONES	2	0.77	0.39	2.79	3.68
INTERACCION (T o E) x GEN	2	0.90	0.45	3.21	3.68
ERROR EXPERIMENTAL	15	2.05	0.14		
TOTAL	23	23 523.91			

CONCLUSIONES: No hay diferencias significativas entre testigos y experimentales.

CUADRO VI.XXXV. PORCENTAJE DE MACHOS AL DESTETE

GENERACION	I		II		III		
Testigos o Exp.	T	E	T	E	T	E	MEDIAS
1	54	33	49	52	56	58	50
2	47	31	55	50	38	57	46
3	56	50	43	54	44	33	47
4	50	40	57	56	38	67	51
MEDIAS	52	39	51	53	44	54	49

Cuadro VI. XXXVI. ANALISIS DE VARIANZA

FRACCION (%/100) DE MACHOS AL DESTETE

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95 %
REPETICIONES	3	0.01	0.0039	0.39	8.70
TRATAMIENTOS	5	0.07	0.01	1.00	4.62
TESTIGOS Y EXP.	1	0.00015	0.00015	0.02	246.00
GENERACIONES	2	0.02	0.01	1.00	3.68
INTERACCION (T o E) x GEN.	2	0.05	0.03	3.00	3.68
ERROR EXPERIMENTAL	15	0.11	0.01		
TOTAL	23	5.88			

CONCLUSIONES: No se encontraron diferencias significativas entre testigos y experimentales.

Cuadro VI. XXXVII. INCREMENTO PROMEDIO EN PESO ANTES DEL DESTETE
GRAMOS / DIA / GAZAPO

GENERACION	I		II		III		
Testigo o Exp.	T	E	T	E	T	E	MEDIAS
1	22.9	21.6	20.5	22.7	16.9	17.4	20.3
2	20.5	22.4	26.9	20.8	18.3	14.9	20.6
3	19.5	17.9	16.4	20.2	15.7	18.8	18.1
4	22.8	23.8	22.6	24.9	20.2	24.1	23.0
MEDIAS	21.4	21.4	21.6	22.1	17.8	18.8	20.5

CUADRO VI. XXXVIII. ANALISIS DE VARIANZA
 INCREMENTO PROMEDIO EN PESO ANTES DEL DESTETE
 GRAMOS / DIA / GAZAPO.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95 %
REPETICIONES	3	75.21	25.07	4.67*	3.29
TRATAMIENTO	5	62.87	12.57	2.34	2.90
TESTIGOS Y EXP.	1	1.70	1.70	0.32	246.00
GENERACIONES	2	60.18	30.09	5.60*	3.68
INTERACCION (T o E) X GEN.	2	1.00	0.50	0.09	19.43
ERROR EXPERIMENTAL	15	80.50	5.37		
TOTAL	23	10 354.66			

CONCLUSIONES: NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TESTIGOS Y EXPERIMENTALES

* SI HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE REPETICIONES Y ENTRE GENERACIONES AFECTANDO DE MANERA SIMILAR A AMBOS GRUPOS.

Cuadro VI.XXXIX. PORCENTAJE DE CRIAS NACIDAS MUERTAS

GENERACION	I		II		III		
Testigos o Exp.	T	E	T	E	T	E	MEDIAS
1	0	2	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	0	1	1
3	6	0	0	3	6	1	1
4	0	7	3	0	0	2	2
MEDIAS	2	3	1	1	2	1	1

CUADRO VI.XL. ANALISIS DE VARIANZA
FRACCION (%/100) DE CRIAS QUE NACIERON MUERTAS

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95 %
REPETICIONES	3	0.00 218	0.000728	1.48	3.29
TRATAMIENTOS	5	0.00143	0.000287	0.58	4.62
TESTIGOS Y EXP.	1	0.000067	0.000067	0.14	4.54
GENERACIONES	2	0.000933	0.000217	0.95	3.68
INTERACCION (T o E) x GEN.	2	0.000433	0.000491	0.44	19.43
ERROR EXPERIMENTAL	15	0.01			
T O T A L :	23	0.02			

CONCLUSIONES: NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TESTIGOS Y ESPERIMENTALES.

f) Porcentaje de crías que murieron después de nacer.- El valor promedio para testigos es de 9,7% y para experimentales 11.7% aún cuando la diferencia absoluta entre estos dos valores podría tomarse como significativa, el análisis de varianza muestra que no existe diferencia entre ambas poblaciones, ni entre generaciones, ni entre repeticiones. Cuadros XLI y XLII

g) Peso de adultos al inicio y al final del experimento.- En el siguiente cuadro se anotan los valores que señalan que ambos grupos se comportaron de igual manera:

FASE	CANT. DE CONEJOS	PESO PROMEDIO TESTIGOS-KILOS	PESO PROMEDIO EXPERIMENTALES-KILOS
Inicio	10	2.90	2.89
Final	93	4.17	4.15

VI.A.4.- CONCLUSIONES.

- Desde el punto de vista estadístico, no se detectó ninguna diferencia en el comportamiento, reproducción, crecimiento y salud de los animales, de tal manera que fuesen calificados de anormales aquellos conejos que ingirieron el efluente, lo cual se probó hasta la cuarta generación.

- Existen puntos, sobre los que se debiera continuar la investigación, como son hemoglobina, basófilos e incidencia de enfermedades en el riñón, con el fin de dilucidar las causales de estas diferencias u ocurrencias, en forma definitiva.

VI.B.- Experimentos con peces.- En julio de 1976, concidiendo con el arranque de la planta de fabricación de papel, se presentaron lluvias de gran intensidad en la región, que ocasionaron desbordamientos de las corrientes receptoras naturales, y por lo tanto el agua residual, tuvo que incorporarse a esas corrientes.

CUADRO VI.XLI. PORCENTAJE DE CRIAS QUE MURIERON DESPUES DE NACER

GENERACION	I		II		III		
TESTIGO O EXP.	T	E	T	E	T	E	MEDIAS
1	9	21	14	9	3	6	10
2	6	19	9	14	0	13	10
3	0	10	17	7	10	0	7
4	18	36	10	3	20	0	15
MEDIAS	8	22	13	8	8	5	10

CUADRO VI. XLII. ANALISIS DE VARIANZA
 FRACCION (%/100) DE CRIAS QUE MURIERON DESPUES DE NACER.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS 95 %
REPETICIONES	3	0.02	0.01	1.0	8.70
TRATAMIENTOS	5	0.07	0.01	1.0	2.90
TESTIGOS Y EXP.	1	0.002	0.002	0.20	248.00
GENERACIONES	2	0.03	0.01	1.0	3.68
INTERACCION (T o E) x GEN.	2	0.04	0.02	2.0	3.68
ERROR EXPERIMENTAL	15	0.08	0.01		
T O T A L	23	0.44			

CONCLUSIONES: NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TESTIGOS Y EXPERIMENTALES.

Como ya se señaló en el estudio edáfico y climático, el drenaje común y natural del valle es a través del Río San Ignacio, que finalmente desemboca a la Presa Valentín Gama construída por la S.R.H., en 1970. Esta Presa se localiza a 30 - kilómetros aproximadamente de la Fábrica al Este de la cabecera municipal de Villa de Reyes. Es un embalse temporal, somero, que está sujeto a cambios de -- área, concentración, profundidad y todos los factores físicos y químicos inherentes, tanto en la época de lluvias, como en la primavera en que sus aguas se utilizan para riego, como en las épocas de sequía.

Las aguas de la Presa, riegan por lo menos 1,000 hectáreas en Ojo Caliente y en Santa Ma. del Río, donde se cultivan, alfalfa, chile, árboles frutales, hortalizas, maíz, frijol, camote, jícama, etc.

Después del período de lluvias el área cubierta por las aguas suele rebasar las 250 hectáreas.

En este embalse se sembraron en diferentes años crías de: Carpa de Israel, Lobina negra, Carpa Barrigona, Carpa Escamada, Tilapia, entre otros. Estos trabajos los realizó personal del Centro de Reproducción Piscícola de Jaral de Berrio y del Peaje, desde el primer año en que se captó agua en el cuerpo.

A esta Presa pues, convergieron las aguas de lluvia junto con las aguas residuales, para mezclarse con otros afluentes pluviales que también descargan en este cuerpo.

En Febrero de 1977, cuando el nivel de la Presa había bajado, quedaron al descubierta, estratificaciones considerables de material celulósico cuyo origen - eran las aguas residuales. Si bien es cierto que en el período de arranque de la planta se tuvieron derrames involuntarios de pasta, por errores o accidentes en los controles, y por falta de experiencia de los operarios, estos ya habían

sido superados a principios de 1977. Sin embargo se consideró urgente el inicio de una investigación tendiente a determinar la influencia que las aguas residuales podrían tener en la Presa Valentín Gama.

En Mayo de 1977, se presentó una epizootia que afectó básicamente a una sola especie de las establecidas en la Presa: carpas doradas (*Caracius aureatus*). Las cuales presentaban en general las escamas erizadas, lo cual puede ser un síntoma de una enfermedad causada por bacterias. En ese momento se solicitó la ayuda al Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática, quienes en Junio de ese año realizaron muestreos tanto de agua, planckton, peces, etc. Sin que fuera posible establecer la causa de ese problema.

En este momento se decidió realizar en forma simultánea dos trabajos; monitoreo de las propiedades físico-químicas y biológicas de la Presa Valentín Gama que pudieran afectarse por las aguas residuales y establecimiento de experimentos con peces cautivos, para determinar la inocuidad o toxicidad de las aguas residuales en estos organismos.

VI.B.1.- Experimento con peces cautivos.- Se eligió la carpa de Israel para realizar estos experimentos. Se consiguieron especímenes juveniles con talla promedio de 10 cm y se introdujeron en número de 10 en peceras de 30 litros de capacidad. Después de una semana de aclimatación, se inició el experimento.

Se tuvieron 2 peceras testigos y 4 experimentales.

Se presentaron serios problemas de manejo, alimentación y adaptación. Pues las carpitas, trataban de huir y se golpeaban contra las paredes de la pecera, causándose heridas que aún cuando sanaban afectaban el comportamiento y la resistencia de los animales. Los animales heridos se curaban hasta sanar. Se les dió alimento comercial en hojuelas, y se tuvieron problemas para que fuese aceptado por los peces, por lo que se cambió el alimento, por uno preparado --

ex-profeso, el cual contenía, granos de sorgo molido, leche en polvo, entre -- otros componentes.

Definitivamente el tiempo de aclimatación no fué suficiente y por otro lado la experiencia en el reconocimiento de enfermedades y disturbios en el comporta - miento de los peces, por el personal que estaba encargado de llevarlo a cabo era bien pequeña. De modo que hubo serias deficiencias a causa de esto.

Sabiendo que las aguas residuales no contienen oxígeno disuelto y que presentan una demanda muy alta de este elemento para su estabilización a cada pecera se le inyectó oxígeno puro para compensar la carencia de este elemento.

En las peceras experimentales, en forma paulatina se fué incrementando la cantidad de efluente desde cero hasta 5%, logrando mantener a los peces vivos en estas condiciones hasta 30 días.

El experimento contemplaba el monitoreo semanal de peso, pero esto implicaba maltratarlos y someterlos a un "Stress" debilitante. Por lo que se pensó en - espaciar este exámen.

Tanto los peces experimentales como testigos, a causa del Stress perdieron peso e incluso llegaron a presentar heridas graves causadas por golpes en su esqueleto que ocasionaron la perforación de los tejidos.

Se observó que en los peces experimentales, al ir aumentando la concentración de efluente, la alimentación se hacía más difícil, pues en tanto que los peces testigos tomaban el alimento en cuanto se le depositaba en la superficie del agua, los peces experimentales no veían el alimento y por lo tanto lo dejaban que llegara al fondo.

Aún cuando, se inyectaba oxígeno a los peces experimentales, cada vez que se -

efectuaba el cambio de agua de la pecera y se ponía efluente, presentaban signos inequívocos de anoxia, como; desplazamiento vertiginoso y errático, natación en espiral, con tendencia a irse al fondo de la pecera. Los peces se recuperaban en cuanto se les ponían mangueras adicionales de oxígeno, no siendo pocas las veces en que fué necesario sacarlos de la pecera y ponerlos en un recipiente con agua limpia además de proporcionarles oxígeno; una vez recuperados se volvían a su pecera de origen.

Al final de los 30 días de experimentación, los peces presentaban un estado de salud muy precario, por lo que se suspendió el experimento y todos los especímenes se colocaron en agua limpia. A pesar de que una vez cada dos días se hacían los cambios de agua, los peces presentaron una infección avanzada probablemente causada por *Ichthyophthirius multifiliis*, presentando pequeños corpúsculos de color blanco sobre la piel y el tejido membranoso de las aletas. Presentaban además formación de un moco blanquizco que envolvía todo su cuerpo, - la inspección de los animales que a causa de esto murieron, permitió el descubrimiento de las agallas completamente pálidas, también se encontraron manchones sanguíneos en la piel.

Ante estos resultados, se buscó la realización de otro experimento con otro tipo de peces, escogiendo también juveniles de Lobina Negra, Estos peces son carnívoros y se alimentan con microorganismos vivos. De modo que su alimentación fué más difícil. Por otro lado presentan mayor dificultad para habituarse al cautiverio. Los peces utilizados procedían de un embalse natural y en el período de aclimatación fué notorio que estaban parasitados por *Larnea* (crustáceo que se inserta en la piel afianzándose con su cabeza en forma de ancla), por lo que hubo necesidad de incluso abrir la piel para extraer al animal y colocar en la herida cicatrizantes.

Así que hubo necesidad de cambiar de técnicas y se optó por habitar carpas de Israel, al cautiverio, por períodos prolongados, habitarlas también al manejo (cambios de agua, determinación de peso y talla), a la alimentación, y se decidió realizar en forma más lenta el incremento en el contenido de agua residual. Por otro lado se construyeron chapoteaderos de fibra de vidrio con capacidad de 2000 litros, lo que permitiría mayor libertad al pez. Este experimento no se ha concluido.

VI.B.2. Monitoreos en la Presa Valentín Gama.

El monitoreo de la Presa Valentín Gama se realizó durante 6 meses, de julio de 1977 a Enero de 1978.

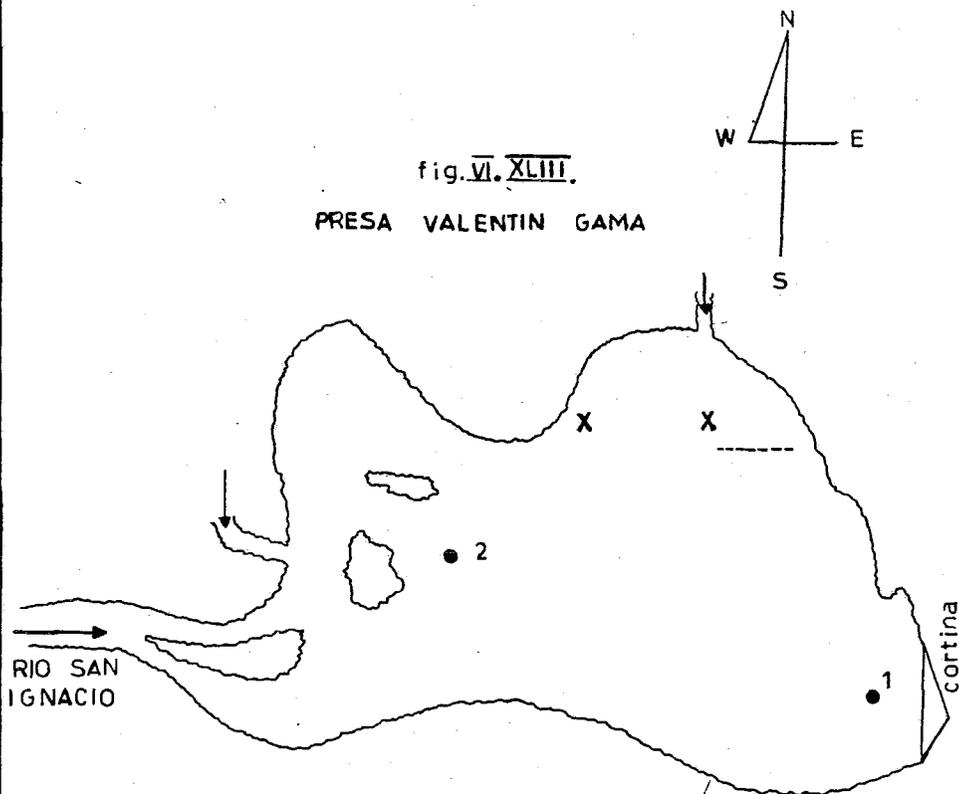
Desde el arranque de la planta, solamente se han tenido escurrimientos a la Presa Valentín Gama, en el período de lluvias de 1976, hasta suspenderse en Enero de 1978. Nuevamente en el período de lluvias de 1978. No se recibió nada en 1979 ni en lo que va de 1980.

Siempre que hubo escurrimientos, estos obedecen a lluvias que hacen innecesario el riego agrícola, como no se cuenta con un vaso receptor, que almacene las aguas, estas se desbordan de la laguna de San Pedro cuya cortina está rota y descargan en el Río San Ignacio. Obviamente la consistencia del efluente al llegar a la presa es bastante baja y lleva solamente sólidos en suspensión, y la aereación que su transporte a lo largo del cauce del río le proporciona, permite que se desarrollen los procesos químicos y biológicos, de modo que al llegar a la presa la DBO es bastante menor que a la salida de la planta.

Al iniciar los monitoreos, se establecieron dos estaciones de muestreo en los dos distintos puntos de la Presa, según se ve en el Croquis VI.XLIII. Para llegar hasta las estaciones se empleó una lancha de fibra de vidrio, pues como

fig. VI. XLIII.

PRESA VALENTIN GAMA



simbología:

1-2 : estaciones de muestreo.

→ : afluentes.

X : est. de pesca: chinchorro.

----- : " " " : red agallera.

se ve en los cuadros VI.XLIV y XLV, las profundidades eran hasta de 7.5 metros. Los parámetros que comprendieron el monitoreo, fueron los siguientes: Temperatura, Transparencia, Profundidad, Oxígeno Disuelto, % de Saturación, Conductividad, Dureza, Calcio, Magnesio, Cloruros, Alcalinidad. Además se practicaron exámenes de fito y zooplanckton, así como rendimientos pesqueros.

Las estaciones de muestreo se localizaron buscando tener datos a la entrada de la presa y una vez que las aguas afluentes se habían mezclado, así como a la salida de la Presa, en un lugar cercano a la cortina de la misma.

Los métodos de análisis usados, son los recomendados Standar Methods for the Examination of Water and Waste Water 1975, (70) o bien aquellos que normalmente utilizan los investigadores del entonces Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática.

La transparencia se determinó, mediante un Disco de Secchi con cuerda marcada a intervalos de 10 cm.

En los rendimientos pesqueros se utilizó red chinchorro de 150 metros de longitud, 8 metros de altura y una abertura de malla de 3 cm y redes agalleras.

En los cuadros VI.XLIV y VI.XLV se encuentran tabulados los resultados obtenidos, 11 y 12 muestreos en las estaciones 1 y 2.

VI.B.3. Resultados de los monitoreos en la Presa Valentín Gama.

Temperatura.- Este es un factor muy importante para el crecimiento y reproducción de especies acuáticas. En las dos estaciones se observó una oscilación similar, habiendo encontrado que la temperatura máxima se detectó en la estación 1 con 27.2°C y la mínima se detectó en la estación 2 con 14.4°C. Estas temperaturas se encuentran dentro de los valores aceptables para el crecimen-

CUADRO VI. XLIV. PARAMETROS FISICO - QUIMICOS DE LA ESTACION LIND DE LA PRESA VALENTIN GAMA,

1977 - 1978

8 de Julio 22 de Julio 6 de Agosto. 23 de Agosto. 2 de Sept. 24 de Sept. 10 de Oct. 3 de Nov. 21 de Nov. 7 de Dic. 21 de Dic. 7 de Ene.
10:10 Hrs. 8:20 Hrs. 9:30 Hrs. 11:15 Hrs. 10:30 Hrs. 15:20 Hrs. 19:30 Hrs. 11:30 Hrs. 14:00 Hrs. 11:00 Hrs. 13:00 Hrs. 10:10 Hrs.

Temperatura -°C	22.5	23.0	23.0	25.0	22.8	27.2	24.8	20.0	22.2	18.8	16.0	---
Transparencia - Metros	1.50	1.60	1.60	2.10	2.00	1.00	0.50	1.20	0.75	0.80	0.75	0.70
Profundidad Máxima -Metros.	6.40	6.40	6.50	5.00	4.50	5.00	5.60	6.10	7.50	6.55	6.20	6.00
Oxígeno Disuelto - P.P.M.	7.60	6.60	6.90	6.30	9.10	8.60	5.25	---	---	6.42	6.52	7.16
Conductividad Eléctrica- Micromhos/ cm.	330	320	300	250	250	250	250	240	375	390	---	---
pH	8.40	8.45	8.50	8.72	8.75	8.60	8.50	8.50	8.10	7.87	---	---
Dureza - CaCO ₃ P.P.M	90	98	84	120	124	98	89	94	96	102	108	112
Calcio - CaCO ₃ P.P.M.	94	94	80	104	100	78	67	70	90	84	88	84
Magnesio - CaCO ₃ P.P.M.	6	4	4	16	24	20	22	24	6	18	20	28
Cloruros - P.P.M.	45.2	33.9	36	45.2	36.0	59.0	70.0	---	41	59	57	52
Alcalinidad F - CO ₃ P.P.M	-0-	-0-	13	11	10	14	6	6	-0-	-0-	-0-	-0-
Alcalinidad M - HCO ₃ P.P.M.	180	186	170	153	150	122	130	135	117	117	119	120

CUADRO IV.XLV. PARAMETROS FISICO - QUIMICO DE LA ESTACION DOS, DE LA PRESA VALENTIN GAMA

1977 - 1978

	22 DE JULIO 9:40 HRS	6 DE AGOSTO 8:45 HRS	23 DE AGOSTO 10:00 HRS	2 DE SEPT 11:30 HRS	24 DE SEPT 12:45 HRS	10 DE OCTUBRE 18:00 HRS	3 DE NOV 13:00 HRS	21 DE NOV 14:30 HRS	7 DE DICIEMBRE 11:35 HRS	21 DE DICIEMBRE 14:30 HRS	7 DE ENERO 12:10 HRS
TEMPERATURA-°C	22.6	22.8	25.0	22.6	26.0	24.5	20.0	22.2	14.4	15.0	—
TRANSPARENCIA-METROS	0.50	0.45	0.50	0.50	1.00	0.80	0.40	0.55	0.40	0.45	0.30
PROFUNDIDAD MAXIMA-METROS	1.30	1.40	1.50	1.30	2.30	2.80	2.48	1.50	1.90	1.98	2.00
OXIGENO DISUELTO-P.P.M.	7.3	7.7	6.1	7.2	6.7	3.39	—	—	6.8	7.00	8.14
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA-MICROHGS/cm	330	325	250	250	240	—	240	375	390	—	—
pH	8.65	8.60	8.70	8.72	8.38	—	8.35	8.30	7.95	—	—
DUREZA- CaCO ₃ P.P.M.	94	90	122	120	100	94	98	152	102	106	108
CALCIO- CaCO ₃ P.P.M.	90	86	98	100	82	73	72	90	80	86	88
MAGNESIO- CaCO ₃ P.P.M.	4	4	24	20	18	21	26	62	22	20	20
CLOPuros- P.P.M.	31.6	31.6	39.5	43	68	72	—	36	81	70	68
ALCALINIDAD F- CO ₃ P.P.M.	—	16	13	11	11	3	5	—	—	—	—
ALCALINIDAD M- HCO ₃ P.P.M.	184	170	152	148	128	137	156	136	161	164	156

to y reproducción de la mayoría de las especies existentes en aguas continentales del país, a excepción de los de agua fría (salmónidos).

Oxígeno Disuelto.- El oxígeno disuelto se encontró dentro de los valores aceptables para ciprínidos (carpas), aunque aparecieron mínimos durante los muestreos del 10 de octubre en ambas estaciones.

En la estación 1 los valores oscilaron entre 5.25 y 9.1 ppm. en tanto que en la estación 2 los valores correspondientes fueron 3.39 y 7.7 ppm., lo que se debe a la proximidad de la entrada de las corrientes que alimentan a la presa, y que arrastran consigo material orgánico de distintos orígenes. Realizándose la descomposición en el área más próxima a su entrada.

Conductividad Eléctrica.- Los valores de conductividad (micromhos/cm) oscilaron durante el período de estudio entre 240 y 390 en la estación 1 con media de 295.5, y de 240 a 390 con media de 300 en la estación 2. La conductividad se incrementó durante los meses de mayor evaporación y disminuyó en los períodos de lluvias.

pH.- Este parámetro se mostró constante en ambas estaciones entre 7.95 y 8.72 durante todo el período. Esto representa un factor favorable al crecimiento de especies como ciclínidos (tilapia) y ciprínidos.

Alcalinidad.- Se vió también influenciado por la precipitación pluvial. En la estación 1 se presentaron carbonatos a principios de agosto y desaparecieron a principios de noviembre coincidiendo su aparición con el período de lluvias. Respecto a los bicarbonatos estos disminuyen su concentración en el período de lluvias con tendencia a subir a principios de enero. En la estación dos, los carbonatos aparecen y desaparecen en el mismo período que en la estación 1, en tanto que los bicarbonatos disminuyen su concentración en los períodos de llu-

vías teniendo el pico más alto en Julio y el más bajo en Septiembre de donde empieza a subir progresivamente.

Cloruros.- Este factor presentó menor oscilación en la estación 1 que en la 2, observándose que mientras en la 1 se tienen valores entre 33.9 a 70 ppm (cloruro) con media de 48.5, en la 2 estuvo entre 31.6 y 81 con media de 54.07 ppm.

Rendimientos pesqueros.- Se inició este estudio para detectar las especies existentes en la presa y determinar ocurrencia de enfermedades.

El rendimiento pesquero consiste en cercar una área determinada y representativa de un cuerpo receptor, con redes en donde queden atrapadas las especies existentes, con los resultados se infiere si el cuerpo es productivo o no.

Se utilizaron chinchorros, redes agalleras, lanchas de fibra de vidrio y seis personas con experiencia en el manejo del equipo antes citado.

En los primeros cuatro rendimientos (8 y 22 de Julio, 6 y 23 de Agosto) se utilizó el chinchorro y fueron capturadas únicamente dos carpas doradas una en cada uno de los muestreos iniciales. Así que se cambió el arte de pesca, utilizando el 2 de Septiembre en lugar del chinchorro, redes agalleras, las cuales se colocaron en el punto 3 del croquis. Este es un lugar próximo a la cortina con orientación al Norte, esta actividad se realizó aproximadamente a las 22 horas, antes de terminar de colocarla ya se habían agallado gran cantidad de peces, se liberaron pero antes de terminar, en las primeras redes estaban atrapados más peces, por lo que ya no se quitaron sino hasta las 6 horas del día siguiente.

En este rendimiento en una longitud de 200 metros se capturaron 136 ejemplares de carpas barrigonas, 16 carpas de Israel, una tilapia y 3 carpas doradas. Estos ejemplares no presentaron ningún signo de enfermedad. La talla de las

carpas barrigonas fué de 35 cm en promedio y el peso de 1050 gramos. Las carpas de Israel, presentaban algunos signos de degeneración genética por lo que toca a la aparición de escamas en el dorso y deformidades en su cuerpo.

El 10 de octubre se practicó otro rendimiento, obteniendo en total 112 ejemplares, 102 carpas barrigonas y 10 carpas de Israel. Todos los ejemplares estaban sanos, las carpas barrigonas dieron una talla promedio de 37 cm con peso de -- 1200 gramos. Las carpas de Israel estaban sanas tenían forma y color normales, con talla promedio de 32 cm y peso de 950 gramos.

En marzo de 1978, ya fuera del lapso de monitoreo, se practicó otro rendimiento pesquero, capturando una gran cantidad de peces, pero en su mayoría exhibían tumoraciones en su cavidad abdominal, además de que tenían las aletas desgarradas y corroídas, sin la membrana que une los huesos, y las hembras presentaban una gran cantidad de grasa en sus gónadas, lo que significa una consecuente -- disminución en su fertilidad sexual.

La lluvia en 1978 fué escasa, pero no tanto como en 1979, esto provocó que el área ocupada por la presa en Enero de 1980 fuera muy pequeña quizá de 20 hectáreas solamente.

VI.B.4.- Conclusiones.

En todos los experimentos sentimos siempre que la conclusión era continuar trabajando, pero en este sentimos particular aprensión, pues si bien los cultivos pueden prosperar con las aguas residuales teniendo ciertos cuidados, si bien - los animales pueden ingerir el agua sin daños que los hagan aparecer como anormales, los peces definitivamente sufren a consecuencia del agua residual, no - porque ésta sea tóxica, pues son capaces de sobrevivir en condiciones críticas (5%) de concentración, sino por toda una secuela que se origina con estas aguas

residuales.

- Es sabido que la aparición de enfermedades como la Ich (corpúsculos blancos sobre la piel de los animales), como las aletas desgarradas y carcomidas, son causadas por microorganismos que viven en aguas sucias, donde proliferan hongos bacterias y virus (71) en cantidades anormalmente altas, cuyo origen descansa en la descomposición de materiales orgánicos (72), (75).

- Si bien es cierto que las aguas residuales, no contienen elementos o materiales tóxicos, presentan DBO alta, materia orgánica en suspensión y corpúsculos - que modifican la disposición de materiales nutritivos al depositarse sobre ellos y quedar fuera del alcance de los peces. También afectarán adversamente a los - huevos de los peces incluso haciéndolos estallar a causa del peso de los materia- les que sobre ellos se sedimenten (1)

- El color negro del efluente dificultará la visibilidad de los peces, pudiendo impedir la alimentación libre de estos (1).

- La presencia de detergentes en las aguas residuales ocasionan graves daños a - las poblaciones piscícolas. En el caso del agua residual de este proceso de -- destintado, el surfactante es no tóxico, sin embargo aún cuando sea biodegra- dable sus propiedades como modificador de la tensión superficial lo hacen pe- ligroso. Por estas propiedades se destruyen las capas protectoras de moco y el epitelio de las agallas se vuelve ineficaz. Los peces dañados por detergentes - muestran hemorragias en las agallas o decoloración. El moco que cubre el cuer- po del animal tiene acción bactericida y fungicida, por lo que si este se des- truye el animal queda expuesto a ataques severos de estos microorganismos (74) (75).

Existen experimentos en que se ha demostrado que cantidades de detergente del - orden de 10 ppm de detergente en el agua, ocasionan que los huevos de los pe-

ces mueran principalmente porque la membrana de la célula del huevo se dañó, los espermatozoides se mueren, la fertilización y el necesario proceso enzimático para llevarlo a cabo se inhibe severamente (73).

- La composición de la sangre se altera adversamente pero lo más grave es que cuando, los peces están sometidos en forma continua a una concentración de detergente aún cuando esta sea muy ligera, se producen trastornos en el metabolismo (73).

- La conclusión más importantes es que, el agua residual no debe llegar en ningún momento a ningún cuerpo receptor sobre el que no se tenga un control directo, pues además de azolvar el lecho de la presa y disminuir su capacidad útil a causa del depósito de material, provoca a mediano plazo la muerte de los peces.

- Se debe utilizar el agua residual durante todo el año en el riego agrícola, y cuando a causa de las lluvias esto no sea posible, almacenarse buscando someter estas aguas a un tratamiento primario, para luego descargarlas lentamente, buscando siempre su uso en el riego.

RECOMENDACIONES .

- Continuar con los trabajos de experimentación tanto en la parte agrícola como con los animales, poniendo especial cuidado en la acumulación del sodio en el suelo, y en las enfermedades del riñón en los animales.
- Cualquier cambio en el proceso demandará una experimentación adicional pues las consecuencias pueden ser difícilmente reversibles.
- Controlar la calidad del efluente de modo que los cambios en su análisis no se incrementen sobre todo en el contenido de sodio.
- Impedir que las aguas residuales lleguen hasta cuerpos receptores sobre los que no se tenga un control directo.
- Buscar que en todo tiempo el uso del agua residual en agricultura sea exhaustivo, evitando escurrimientos de los excedentes.
- En época de lluvias almacenar las aguas residuales, buscando darles un tratamiento primario, y retenerlas el mayor tiempo posible a fin de que los surfactantes pierdan su mayor actividad.
- Realizar estudios de la microbiología del suelo que recibe las aguas residuales, a fin de prevenir cualquier ataque a las plantas por un crecimiento desmedido de la población microbiana.
- Continuar con los análisis de contenidos de elementos en frutos y semillas procedentes de los cultivos experimentales, comparándolos con muestras de orígenes "normales", a fin de detectar cualquier concentración anormal.

A P E N D I C E I

TRABAJOS REALIZADOS
DURANTE EL AÑO 1976.

CICLO: VERANO - OTOÑO 1976

TRATAMIENTO 60-60-00 (1)

SUPERFICIE: 1652.4 mt.²

CULTIVO: MAIZ

VARIEDAD: H-220

Riego de Presiembras	Siembra ó Trasplante	Resiem- bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reacción.	Deshierbes ó Escardas.	Muestreo Foliar.	Cosecha ó cortes
	7-VIII-76		7-VIII-76 9-IX- 76 11-XI- 76 (2)	7-VIII-76(1)	3 aspersiones (4)	1 Escarda (3)		2-XII-76 (5)

- OBSERVACIONES:
- (1) Se aplicaron 60 Kg. de N/Ha. y 60 Kg. de P₂O₅ /Ha. usando Nitrato de Amonio y Superfosfato Triple de Calcio. Sólo pudo fertilizarse a la siembra debido a las abundantes precipitaciones.
 - (2) Debido a las abundantes precipitaciones, no fué posible incrementar el número de Riegos. Además se tuvieron problemas de fuerte erosión dado el carácter torrencial de las lluvias.
 - (3) Entre el primero y segundo riegos se llevó a cabo una labor de escarda.
 - (4) Entre el primero y segundo riegos se llevaron a cabo 3 aspersiones de PARATION Metílico, 0.5 Kgs. de -- producto disuelto en 70 lts. de agua/Ha.
 - (5) No fué posible llegar a la cosecha de grano. Obteniéndose mazorcas y forraje verde.

CICLO: VERANO-OTOÑO 1976

TRATAMIENTO: 40-60-00

CULTIVO: FRIJOL.

VARIEDAD: FLOR DE MAYO

SUPERFICIE: 1652.4 Mt²

Riego de Presiembra	Siembra ó Trasplante	Resiem bra.	Riegos	Fertilizan- tes.	Aspersión y Espolvo reacciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	7-VIII-76			7-VIII-76 (3)				29-XI-76 (2)
				10 -IX -76				
				12 -XI -76 (1)				

- OBSERVACIONES:
- (1) Debido a las abundantes precipitaciones, no fué posible incrementar el número de riegos, además, se tuvieron problemas de fuerte erosión dado al carácter torrencial de las lluvias.
 - (2) Se amontonó al centro de cada una de las parcelas experimentales, trillándose y pasándose el 16 de - Diciembre.
 - (3) Se aplicaron 40 Kg. de N/Ha. y 60 Kg. de P₂O₅/Ha. usando Nitrato de Amonio y Superfosfato Triple de - Calcio.

TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL AÑO 1977

CICLO: P.V.1977

TRATAMIENTO: 120-60-00

CULTIVO: MAIZ

VARIEDAD: H-220

SUPERFICIE: 1652.4 mt²

Riego de Presiembra	Siembra ó Transplante	Resiem bra	Riegos	Fertiliza ciones	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	24-IV-77		24-IV-77	24-IV-77 (1)	2-VI-77 (4)	25-V-77	27-VI-77	23-IX-77 (5)
			12- V-77	25- V-77 (2)		6-VI-77	30-VI-77	
			3-VI-77			21-VI-77	15-VII-77	
			7-VII-77			7-VII-77		
			19-VII-77					
			30-VII-77 (3)					

- OBSERVACIONES:
- (1) Se fertilizó con nitrato de amonio y superfosfato triple de calcio. El tratamiento aplicado en la siembra fué -- 60-60-00.
 - (2) Se aplicaron 60 kilos de N/Ha para completar el tratamiento 120-60-00
 - (3) Después de esta fecha, las lluvias proporcionaron agua suficiente para completar el ciclo del cultivo.
 - (4) Aspersión con E-605
 - (5) El 12 de octubre se pizó y el 12 de noviembre se desgranó y pesó.

NOTA: De acuerdo con los resultados de invernadero, se consideró conveniente aplicar azufre al terreno antes de la siembra con el objeto de abatir el PH. Se aplicaron 625 kg./ha.

CICLO: P.V. 1977

TRATAMIENTO: 40-60-00

CULTIVO: FRIJOL

VARIEDAD: FLOR DE MAYO

SUPERFICIE: 1652.4 mt²

Riego de Presiembra	Siembra ó Transplante	Resiem bra	Riegos	Fertiliza ciones	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	25-IV-77		25-IV-77	25-IV-77 (1)	25-V-77	25-V-77	27-VII-77	17-VII-77 (5)
			11-V-77		9-VI-77	16-VI-77 (3)	5-VII-77	
			9-VI-77		27-VI-77		9-IX -77	
			17-VI-77		4-VII-77			
			7-VII-77		14-VII-77 (4)			
			19-VII-77 (2)					

- OBSERVACIONES:
- (1) Se fertilizó con nitrato de amonio y superfosfato triple de calcio. El tratamiento aplicado fué 40-60-00.
 - (2) Después de estas fechas, las lluvias proporcionaron agua suficiente.
 - (3) No se pudieron dar las otras escardas debido a lo cerrado del follaje.
 - (4) Aspersiones con Parathion etílico E-605 y kocidil.
 - (5) Se trilló el 6 de septiembre y se pesó el 9 de septiembre.

NOTA: De acuerdo con los resultados de invernadero, se consideró conveniente aplicar azufre al terreno antes de la siembra con el objeto de abatir el PH. Se aplicaron 625 kilos/ha.

TRABAJOS REALIZADOS DURANTE
EL CICLO PRIMAVERA - VERANO -
1978.

CULTIVO: MAIZ EXPERIMENTAL.- VARD. H-220

CICLO: PV-1978 SUPERFICIE: 1652. 4 M²

TRATAMIENTO: 130-60-00

Riego de Presembrado	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones	Aspersión y Espolvo reaciones.	Deshierbes o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o Cortes.
4-IV-78	8-IV-78	18-IV-78	22-IV-78 6-V-78 20-V-78 27-V-78 10-VI-78 17-VI-78 20-VI-78 28-VI-78 7-VII-78 8-VII-78 15-VII-78 25-VII-78	8-IV-78 25-V-78	4-V-78 (1) 2-VI-78 (4) 7-VI-78 (5) 14-VI-78 (7) 17-VI-78 (8) 27-VII-78 (13)	12-V-78 (2) 25-V-78 (3) 8-VI-78(6) 24-VI-78(9)		

- OBSERVACIONES: (1) Aspersión con PARATHION ETILICO E-605, a razón de 30 ml/12 lts. de agua. Se prepararon dos tantos.
- (2) Con yunta.
El día 17 de mayo se apreció en la tabla I-60 del exp. de maíz un daño regular de ganado bovino, pues un día anterior entraron unas bestias a la unidad industrial.
- (3) Con yunta.
- (4) Espolvoreación con SEVIN al 5%.
- (5) Espolvoreación con SEVIN al 5%, a razón de 20 Kgs. por Ha.
- (6) Con yunta.
- (7) Con E-605, a razón de 50 ml/12 lt. de agua.
- (8) Aspersión igual que la del punto No. 7.
- (9) Con yunta.
- (10) En esta ocasión solo se regó la mitad de la superficie de maíz por haberse descompuesto la bomba.
- (11) Después de una grave carencia de humedad por falta de equipo de bombeo, se aplica este riego.
- (12) De refuerzo sólo a las mitades ORIENTE de cada parcela.
- (13) Sólo con 60 ml. E-605, en 12 lt. de agua.

CULTIVO: FRIJOL EXPERIMENTAL.- VARD. FLOR DE MAYO. SIN INOCULAR.

CICLO PV-1978 SUPERFICIE: 1652.4 M².

TRATAMIENTO: 60-60-00

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones.	Deshierbes o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o Cortes
31-III-78	4-IV-78		22-IV -78 6- V -78 (2) 27- V -78 10-VI -78 19-VI -78 27-VI -78 7-VII-78	4-IV-78	25-IV -78 12- V -78 (3) 2-VI -78 (6) 3-VI -78 (7) 7-VI -78 (8) 14-VI -78 (9) 20-VI -78 (10)	2-V-78 (4) 25-V-78 (5)		(11) 22-VII-78

- OBSERVACIONES: (1) Aspersión de E-605, a razón de 60 ml/12 lt. de agua.
 (2) Este día, casi al finalizar el riego se observa un color distinto en el efluente. De inmediato se para el riego y se investiga. Lo anterior se debe a un derrame accidental de SOSA. Resuelto el problema, se continúa con el riego. Las características del efluente en ese momento fueron: pH = 11.25 CE = 5000 micromhos.
 (3) Espolvoreación con SEVIN al 5%.
 (4) Con yunta.
 (5) Con yunta.
 (6) Espolvoreación con SEVIN al 5%
 (7) Aspersión con E-605, 60 ml/12 lt. de agua + 50 grs. de Agrimycin + 100 ml. BAYFOLAN.
 (8) Espolvoreación con SEVIN al 5%, a razón de 20 kgs. por ha.
 (9) Aspersión con E-605, Agrimycin 500 + BAYFOLAN, en las dosis concebidas.
 (10) Aspersión con 100 grs. de PCNB 75 + 100 ml. BAYFOLAN en 12 lt. de agua.
 (11) Se inició el corte parcial de las parcelas que tenían plantas en condiciones de madurez adecuadas.

CULTIVO: CHILE TIPO CASCABEL.- VARD. REAL MIRASOL.

CICLO PV-1978 SUPERFICIE: 304 M²

TRATAMIENTO: 120-60-00

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante.	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o Cortes
18-IV-78	18-IV-78		18-IV -78	11-V-78 (2)	4-V -78 (1)	12- V -78		28-VI-78
			2- V -78	14-VI-78 (7)	27-V -78 (3)	24-VI -78 (11)		15-VII-78
			25- V -78		3-VI -78 (4)	4-VI -78 (14)		21-VII-78
			14-VI- 78		7-VI -78 (5)			
			27-VI- 78		8-VI -78 (6)			
			7-VII-78		14-VI -78 (8)			
			15-VII-78		20-VI -78 (9)			
					20-VI -78 (10)			
					24-VI -78 (12)			
					29-VI -78 (13)			
					7-VII-78 (15)			
					11-VII-78 (16)			
					15-VII-78 (17)			
					22-VII-78 (18)			

OBSERVACIONES: La planta de esta variedad se consiguió en PABELLON, AGS., por lo tanto casi es desconocida en la Región.

- (1) Aspersión con E-605, a razón de 60 ml/12 lts. de agua + 30 grs. de KOCIDOL.
- (2) Aplicación de 50 grs. de la fórmula 25-25-0 por planta.
- (3) Aspersión con E-605, 60 ml. por 12 lts. de agua + 50 gramos de Agrimycin "500"
- (4) Aspersión con 100 grs. de manzate "D" = 100 ml de BAYFOLAN normal.
Además aplicación de 20 gramos de azufre en flor al pie de cada planta.
- (5) Aspersión aérea y al pie de cada planta con PCNB 75% a razón de 100 grs. por 12 lts. de agua. El día 7 de junio se apreciaron 2 plantas de esta variedad. con los mismos síntomas que las de chile ancho.
- (6) Aspersión con PCNB 75% aérea y al pie de cada planta.
- (7) Aplicación de 5 gramos de UREA por planta.
- (8) Aspersión con E-605 + Agrimycin + BOYFOLAN, a la misma dosis.
- (9) Aspersión con una mezcla de 100 ml BAYFOLAN + 50 ml de E-605 + 100 grs. de PCNB 75% por 12 lts. de agua.
- (10) Aspersión con 100 grs. de manzate "D" en 12 lts. de agua.
- (11) Con yuntas.
- (12) Aspersión igual que la inmediata anterior.
- (13) Aspersión igual que la inmediata anterior.

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante.	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reacciones	Deshierbes o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o Cortes.
------------------------	--------------------------	-----------	--------	-----------------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------	----------------------

- OBSERVACIONES:
- (14) Con yunta.
 - (15) Con 50 grs. de Agrimycin 500 + 100 ml. BAYFOLAN + 60 ml. de E-605 en 12 lts. de agua.
 - (16) Con 50 grs. de Agrimycin + 100 grs. DE MANZATE "D" + 60 ml. E-605, por 12 lts.
 - (17) Con sólo 60 ml. de E-605, por 12 lts. de agua.
 - (18) Con 60 ml. GUSATTION + 100 ml. BAYFOLAN + 100 grs. de PCNB 75%

CULTIVO: CHILE ANCHO
VARD: ESMERALDA

CICLO PV- 1978
TRATAMIENTO 120-60-00

SUPERFICIE: 235 M²

Riego de Presiembra	Siembra ó Trasplante	Resiembra ó Retrasplante	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersiones y espolvo-- reaciones.	Deshierbas ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
16-III-78	17-III-78 18-III-78	18-IV-78	6-IV-78 12- V-78 25- V-78 14-VI-78 27-VI-78 15-VII-78	4-IV -78 8-VII-78	25-IV-78 (1) 4-V -78 (2) 12-V -78 (3) 27-V -78 (4) 3-VI-78 (5) 7-VI-78 (6) 8-VI-78 (7) 14-VI-78 (8) 20-VI-78 (9) 20-VI-78 (10) 24-VI-78 (11) 28-VI-78 (12) 7-VII-78(13) 11-VII-78(14) 15-VII-78(15) 22-VII-78(16)	13-IV-78 22-IV-78 25-IV-78		4-VII-78 15-VII-78 21-VII-78

OBSERVACIONES: Esta planta procedió del ejido "EL ROSARIO", mpio. de Villa de Reyes, S.L.P.

- (1) Aspersión con Parathion Etilico E-605, 60 ml/12 lts. de agua.
- (2) Aspersión E-605, 60 ml/12 lts. de agua + 30 gramos de Kocidol.
- (3) Aspersión de E-605, 60 ml. por 12 lts. de agua + 50 grs. de Agrimycin "500"
- (4) Igual que la anterior aspersión. El día 2 de junio, se observaron 3 plantas de chile recién secas a causa de un estrangulamiento en la corona de la raíz.
- (5) Aspersión con 100 grs. de Manzate "D" + 100 ml. de Bayfolan, normal.
- (6) Aspersión con PCNB al 75%, a razón de 100 grs. por 12 lts. de agua, tanto aéreas como al pie de cada planta. El día 7 de junio se aprecia que el avance de plantas dañadas continúa no obstante el programa FITOSANITARIO.
- (7) Aspersión con PCNB 75% al follaje y al pie de cada planta.
- (8) Aspersión con PCNB 75% al follaje y al pie de cada planta + BAYFOLAN normal.
- (9) Aspersión con una mezcla de 100 grs. de PCNB 75%, por 12 lts. de agua.
- (10) Aspersión con 100 grs. de Manzate "D" en 12 lts. de agua.

CULTIVO: CHILE ANCHO

VARD: ESMERALDA

CICLO PV- 1978 SUPERFICIE: 235 M²

TRATAMIENTO 120-60-00

Riego de Presiembra	Siembra ó Transplante	Resiembra ó Retrasplante	Riegos	Fertiliza ciones	Aspersiones y espolvo-- reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
------------------------	--------------------------	-----------------------------	--------	---------------------	---	--------------------------	--------------------	---------------------

- OBSERVACIONES:
- (11) Aspersión igual que la inmediata anterior
 - (12) Con 100 ml BAYFOLAN + 100 grs. de PCNB 75% + 100 grs. de Manzate "D" en 12 lts. de agua.
 - (13) Con 50 grs. de Agrimycin + 100 ml. de BAYFOLAN + 60 ml de E-605, en 12 lts. de agua.
 - (14) Con 50 grs. Agrimycin + 100 grs. de Manzate "D" + 60 ml de E-605, en 12 lts. de agua.
 - (15) Con sólo 60 ml. de E-605-, en 12 lts. de agua
 - (16) Con 60 ml. GUSATION + 100 ml. BAYFOLAN + 100 grs. de PCNB 75%.

CULTIVO VID.- VARDS. MOSCATEL, ROSA DE PERU, CARDENAL Y CORNICHON
 PERENNE.- SUPERFICIE: UNA HILERA DE 28 MTS. LINEALES POR CADA VARIEDAD.

Riego de Presiembras.	Siembra ó Trasplante	Resiem bra	Riegos	Fertiliza- ciones	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	13-IV-78		13-IV-78 22-IV-78 2-V-78 12-V-78 20-V-78 25-V-78 3-VI-78 10-VI-78 17-VI-78 27-VI-78 15-VII-78	7-VI-78 (4)	4 - V-78 (1) 12 - V-78 (2) 27 - V-78 (3) 3-VI-78 (5) 8-VI-78 (6) 14-VI-78 (7) 20-VI-78 (8) 11-VII-78 (9)	20-VII-78 (10)		

OBSERVACIONES: Las variedades R. del Perú y Cardenal, fueron BARBADOS y su procedencia es Aguascalientes. La Variedad Cornichon también procedió de allí, pero fue SARMIENTO. La Variedad Moscatel, es de Zacatecas, fue BARBADO.

- (1) Aspersión con E-605, 60 ml/12 lts. de agua + 30 grs. de Kocidol.
- (2) Aspersión con E-605, 60 ml/12 lts. de agua + 50 grs. de Agrimycin "500"
- (3) Aspersión igual que la anterior.
- (4) Aplicación de 12 gramos de fórmula 25-25-0 por parra.
- (5) Aspersión con E-605 + Agrimycin + BAYFOLAN, en las dosis ya señaladas.
Espolvoreación foliar con azufre en flor.
- (6) Espolvoreación con azufre en flor.
- (7) Aspersión con E-605 + Manzate D + BAYFOLAN, en las dosis consabidas.
- (8) Aspersión con 60 ml de E-605 + 50 grs. de Agrimycin + 100 ml BAYFOLAN, en 12 lts. de agua.
- (9) Igual que la inmediata anterior.
- (10) Este día se les colocó a cada parra un tutor y se les amarró a él.

CICLO PV-1978.- SUPERFICIES: 40 M²

CULTIVO: BETABEL
VAR.: CROSEY EGYPTION

TRATAMIENTO: 60-60-0

Riego de Presiembra	Siembra ó Trasplante	Resiem- bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvorea- ciones.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes
	6-IV-78		6-IV-78	22-IV-78	4-V- 78 (1)			17-VI-78
			22-IV-78		12-V- 78 (2)			8-VI-78
			25- V-78		27-V- 78 (3)			
			17-VI-78		2-VI-78 (4)			
			27-VI-78		7-VI-78 (5)			
			7-VII-78		14-VI-78 (6)			

- OBSERVACIONES: (1)- Aspersión de E-605, 60 ml. por 12 lts. de agua + 30 grs. de Kocidol.
 (2)- Aspersión con E-605, 60 ml/12 lts. de agua + 50 grs. de Agrimycin "500"
 (3)- Aspersión igual que la anterior.
 (4)- Aspersión igual que la anterior + 100 ml. de BAYFOLAN normal.
 (5)- Aspersión igual que la anterior.
 Espolvoreación con azufre en flor.
 (6)- Aspersión con E-605 + manzate D + BAYFOLAN, en las mismas dosis.
 El día 15 de julio se "Volvió" la tierra, con azadón, donde se localizaba este cultivo.
 Rendimiento parcelario = 149 Kgs. Equivalente a 37.3 tons. por Ha.

CULTIVO: CALABACITA SEMI-COMERCIAL
VAR.: GRAY SUCHINNI

CICLO PV - 1978. SUPERFICIE: 405 M²

TRATAMIENTO: 80-40-80

Riego de Presiembra	Siembra ó Trasplante.	Resiembra	Riesgos	Fertiliza- ción.	Aspersión y/ó Espol- voreación	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
31-III-78	4-IV-78		19-VI-78 20-V-78 25-V-78 3-VI-78 27-VI-78	4-IV-78 (2) 11-V-78 (3) 14-VI-78 (5) 17-VI-78 (6)	4-V-78 (1) 8-VI-78 (4) 20-VI-78 (7) 24-VI-78 (8)	2-V-78 12-V-78	27-V-78	20-V-78 7-VI-78 10-VI-78 14-VI-78 17-VI-78 19-VI-78 20-VI-78 24-VI-78 <u>3-VII-78</u> último corte: 4-VII-78

OBSERVACIONES: Aspersión con E-605,60 ml por 12 lts. de agua + 30 grs. de Kocidol.

(2)- Aplicación de 25 grs. de la fórmula 25-25-0 por planta.

(3)- Aplicación de 15 grs. de UREA por planta.

El día 25 de mayo se apreció una cierta marchitez de las hojas de algunas plantas, los calores han estado muy fuertes pues la temperatura es de 31°C.

(4)- Aspersión con 100 grs. de MANZATE "D" + 100 ml. de BAYFOLAN en 12 lts. de agua.

(5)- Aspersión con 250 grs. de UREA por 12 lts. de agua, al follaje.

(6)- Aspersión con 400 grs. de UREA por 12 lts. de agua.

(7)- Aspersión con 100 grs. de MANZATE "D" + 100 ml. BAYFOLAN en 12 lts. de agua.

(8)- Aspersión igual que la inmediata anterior.

Rendimiento final parcelario = 610 kgs., equivalente a 15 tons. por Ha.

Los residuos de la cosecha se picaron con machete incorporándose al terreno mediante un paso cruzado de arado de mano. 4 - julio - 1978.

CULTIVO: EJOTE. VARD. BLACK VALANTINE. NO SE INOCULO

CICLO PV- 1978 - SUPERFICIE: 212 M²

TRATAMIENTO: 60-60-00

Riego de Presiembra	Siembra ó Trasplante	Resiembras	Riego	Fertiliza- ción	Aspersión y/ó Espol- voreación	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosechas ó Cortes
26-III-78	30-III-78		2-V -78 20-V -78 3-VI-78	11-V-78 (2)	25-IV-78 (1) 4- V-78 (2) 12- V-78 (3) 27- V-78 (4) 2-VI-78 (5)	2-V-78 12-V-78 24-VI-78 (6)		7-VI-78 8-VI-78 20-VI-78 28-VI-78 <u>3-VII-78</u> último corte: 4-VII-78

- OBSERVACIONES: (1) Aspersión con E-605, a razón de 60 ml/12 lts. de agua.
 (2) Aspersión con E-605, en la misma dosis, más 30 gramos de Kocidol.
 (2) Aplicación de 25 grs. de la fórmula 25-25-0 por planta.
 (3) Espolvoreación de SEVIN al 5%.
 (4) Aspersión con E-605, 60 ml. por 12 lts. de agua + 50 gr. de Agrimycin "500".
 (5) Aspersión igual que la anterior + 100 ml de BAYFOLAN normal.
 (6) Con yunta.

El rendimiento total parcelario = 126 kgs. Equivalentes a 4.8 tons. por Ha.

Los residuos vegetales se picaron con machete y se incorporaron al suelo con un paso de arado de mano. 4-julio 1978.

CULTIVO: CHICHARO.- VARD. EARLY PERFECTION. NO SE INOCULO.
 CICLO PV .-1978 SUPERFICIE: 56 M²

TRATAMIENTO: 60-60-00

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o cortes
	6-IV-78		6-IV-78	2-V-78 (1)	4-V-78 (2)			20-VI-78
			2- V-78		12-V-78 (3)			24-VI-78
			25- V-78		27-V-78 (4)			28-VI-78
			27-VI-78		2-VI-78(5)			
			7-VII-78		7-VI-78(6)			
					8-VI-78(7)			
					20-VI-78(8)			
					7-VII-78 (9)			

- OBSERVACIONES: (1) Se aplicaron 50 gramos de la fórmula 25-25-0 por metro lineal.
 (2) Aspersión con E-605, 60 ml. por 12 lts. de agua + 30 grs. de Kocidol.
 (3) Aspersión E-605, 60 ml/12 lts. de Agua + 50 grs. de agrimycin.
 (4) Aspersión igual que la anterior.
 (5) Aspersión igual que la anterior + 100 ml. de BAYFOLAN normal.
 (6) Aspersión igual que la anterior
 Espolvoreación con azufre en flor.
 (7) Espolvoreación con azufre en flor.
 (8) Aspersión con E-605 + Agrimycin + BAYFOLAN, en las dosis ya antes expresadas.
 (9) Con MANZATE "D" 100 grs. + BAYFOLAN 100 ml.

El día 7 de julio se "Voltió" con azadón la tierra que había alojado este cultivo incorporando los residuos de cosecha previamente picados a machete.

RENDIMIENTO PARCELARIO = 71.5 kgs.
 EQUIVALENTES A = 12.75 tons/Ha.

CULTIVO: Zanahoria

CICLO PV - 1978

SUPERFICIE: 16 M²

VARD: NANTES

TRATAMIENTO: 80-40-0

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes
	6-IV-78		6-IV-78 22-IV-78 20-V-78 25-V-78 17-VI-78 27-VI-78 7-VII-78 15-VII-78	22-IV-78	4-V-78 (1) 27-V-78 (2) 2-VI-78 (3) 7-VI-78 (4) 14-VI-78 (5) 11-VII-78 (6)			4-VII-78

- OBSERVACIONES: (1) Aspersión con E-605, 60 ml. por 12 lt. de agua + 30 grs. de KOCIDOL.
(2) Aspersión con E-605, 60 ml. por 12 lt. de agua + 50 grs. de AGRIMYCIN "500"
(3) Aspersión igual que la anterior + 100 ml. de BAYFOLAN normal..
(4) Aspersión igual que la anterior.
Espolvoreación de azufre en flor.
(5) Con E-605 + manzate D + BAYFOLAN, en las mismas dosis.
(6) Con 50 grs. de agrimycin + 100 ml. BAYFOLAN + 60 ml. de E-605, en 12 lts. de agua.

RENDIMIENTO PARCELARIO = 41.0 kgs.
EQUIVALENTE A: 25.6 tons. por ha.

CULTIVO: ALFALFA SOLA Y
 AMADRINADO CON CEBADA

NO SE INOCULO POR NO CONSEGUIR INOCULANTE EN EL MERCADO LOCAL
 CICLO PV: 1978 VARD. OAXACA. SUPERFICIE: SIN MADRINA: 96 M²
 CON MADRINA: 104 M²
 TRATAMIENTO: 60-80-00

Riesgo de Presiembra	Siembra ó Transplante	Resiembra	Riesgos	Fertiliza ción	Aspersión o Espolvo reación	Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	28-III-78		28-III-78 13- IV-78 25- V-78	28-III-78				

OBSERVACIONES: El día 22 de abril la superficie de alfalfa, tanto amadrinada como sola, por efecto de la celulosa formada, se aprecia dañada un 75% en cada melgar.

Prácticamente el día 26 de mayo se dejó de atender este cultivo pues al observarse la formación superficial de celulosa y la consiguiente asfixia de las plantitas, comercialmente no es costeable su cultivo bajo estas condiciones.

Los cortes que se le dieron ni siquiera se reportan, por haber sido de muy bajo rendimiento.

CULTIVO: ROSALES _____ PERENNE.
 DIFERENTES TIPOS Y COLORES.

SUPERFICIE: 144 M²

TRATAMIENTO: Aún no se obtiene

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo raciones	Deshierbes o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o Cortes.
	30-III-78 13-IV-78		30-III-78 13-IV -78 22-IV -78 2- V -78 25- V -78 3-VI -78 17-VI -78 27-VI -78 7-VII-78 15-VII-78	2-V-78 (2)	25-IV-78 (1) 4- V-78 (3) 27- V-78 (4) 2-VI-78 (5) 7-VI-78 (6) 8-VI-78 (7) 14-VI-78 (8) 7-VII-78 (9) 11-VII-78 (10) 22-VII-78 (11) 27-VII-78 (12)	25-VII-78		Casí todos los días des- pués del - - trasplante. La flora- ción ha ido de menos - a más al pa- so del tiem- po.

- OBSERVACIONES:
- (1) Aspersión con PARATHION ETILICO E-605.- 60 ml/12 lt. de agua.
 - (2) Aplicación de 50 grs. de la fórmula 25-25-0 por planta.
 - (3) Aspersión de E-605, 60 ml/12 lts. de agua + 30 grs. de KOCIDOL.
 - (4) Aspersión de E-605, 60 ml/12 lts. de agua + 50 grs. de AGRIMYCIN.
 - (5) Aspersión igual que la anterior + 100 ml de BAYFOLAN normal.
 - (6) Aspersión igual que la anterior.
Espolvoreación con azufre en flor.
 - (7) Espolvoreación con azufre en flor.
 - (8) Aspersión con E-605 + MANZATE "D" + BAYFOLAN. en las dosis concebidas.
 - (9) Con 60 ml E-605 + 50 grs. de Agrimycin + 100 ml BAYFOLAN en 12 lts. de agua.
 - (10) Con 50 grs. agrimycin 100 de ml BAYFOLAN + 60 ml E-605, en 12 lts. de agua.
Al día 19 de julio el rendimiento, en flores, de este cultivo era de 256 de varios colores.
 - (11) Con 60 ml. GUSATION + 100 ml BAYFOLAN, en 12 lt. de agua.
 - (12) Espolvoreación con azufre en flor.

RENDIMIENTO

Al día 19 de julio 78.

256 FLORES.

CULTIVO: GLADIOLA
VARIEDAD: DESCONOCIDA

CICLO PV-1978

SUPERFICIE: Una hilera de 12 mts. lineados, haciendo un total de 21 bulbos.

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertiliza- ciones	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha o Cortes
	13-IV-78		22-IV-78 2- V-78 25- V-78 27-VI-78 7-VII-78 15-VII-78	2-V-78 (1)	4-V - 78 (2) 12-V - 78 (3) 27-V - 78 (4) 2-VI- 78 (5) 7-VI- 78 (6) 20-VI- 78 (7) 7-VIII-78 (8) 11-VII-78 (9) 27-VII-78 (10)			29-VI-78 10 varas 7-VII-78 15 varas

- OBSERVACIONES:
- (1) Se aplicaron 25 gramos de la fórmula 25-25-0 por planta.
 - (2) Aspersión de E-605, 60 ml/12 lts. agua + 30 grs. de KOCIDOL.
 - (3) Aspersión E-605, 60 ml/12 lts de agua + 50 grs. de AGRIMYCIN.
 - (4) Aspersión igual que la anterior.
 - (5) Aspersión con E-605 60 ml/12 lts. de agua + 50 grs. de AGRIMYCIN + 100 ml. de fertilizante foliar BAYFOLAN normal.
 - (6) Aspersión igual que la anterior.
Espolvoreación foliar con azufre en flor.
 - (7) Aspersión con 50 ml. de E-605 + 50 grs. de AGRIMYCIN + 100 ml BAYFOLAN en 12 lts. de agua.
 - (8) Igual que la inmediata anterior.
 - (9) Igual que la anterior
Prácticamente el día 28 de julio dejó de florecer este cultivo. Se continuará atendiéndolo sólo - con el fin de obtener bulbos para resiembra posterior.
 - (10) Espolvoreación con azufre en flor.

TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL CICLO OTOÑO-INVIerno

1978 - 1979

CICLO: OTOÑO - INVIERNO 1978-1979

TRATAMIENTO: 120-40-00

SUPERFICIE: 648 M²

CULTIVO: AVENA

VARIEDAD : CHIHUAHUA

Siembra o trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilización	Aspersión y (2) espolvoreaciones	Deshierbe ó escardas	Muestreo foliar	Cosecha o cortes(4)
10-IX-78		10-IX-78 (3)	10-IX-78 (1)		18-XII-78 18- I -79		

- OBSERVACIONES: (1) La fertilización se hizo al momento de la siembra con el tratamiento 40-40-00 y posteriormente con dos aplicaciones de nitrógeno 60 y 20 kgs. de nitrógeno por hectárea.
- (2) Se observó un ataque de pulgón que se controló con una aspersión que contenía 30 ml. de Gusatión + 50 ml. de Bayfolan + 50 grs. de PCNB.
- (3) Se regó a intervalos de 13 días.
- (4) Se cosechó en verde obteniéndose un rendimiento equivalente a 21.9 tons/ha.

CICLO : INVIERNO 1978-1979
CULTIVO : TRIGO

TRATAMIENTO: 120-60-00
VARIEDAD : TORIM - F73

SUPERFICIE: 796 MT²

Siembra o trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilización	Aspersión y espolvoreaciones	Deshierbe o escardas	Muestreo foliar	Cosecha o cor- tes.
4-XII-78		4-XII-78 (3)	4-XII-78 (1) 23- I -79 (2)	9-III-79 (4)	23-I-79		27-IV-79 (5)

- OBSERVACIONES:
- (1) Se aplicó la dosis 60-60-00
 - (2) Se aplicaron 60 kilos de nitrógeno por hectárea.
 - (3) El riego se aplicó a intervalos de 18 días.
 - (4) Se asperjó con una solución que contenía 30 ml. de Thiodan.
 - (5) El desarrollo aparente fué normal, sin embargo el 10% del grano no llenó. El rendimiento fué de 2.6 tons/ha.

CICLO: OTOÑO-INVIERNO 78-79

TRATAMIENTO: 160-40-00

CULTIVO: REMOLACHA FORRAJERA

VARIEDAD: ROJA GIGANTE.

SUPERFICIE: 1300 mt.²

Riego de Presiembras.	Siembra ó Trasplante.	Resiem bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar.	Cosecha ó cortes
	5-X-78 (1)		5-X-78 (2)	10-XI-78 (3) 4-XII-78 (4) 18-I -79 (5)	31-X-78 (7) 9-XI-78 (8) 18- I-79 (9)	10-XI-78 (6) 4- XII-78 18- I -79		9-III-79

- (1) La siembra se hizo muy superficial y se le dieron 3 riegos por aspersion con agua blanca.
- (2) Se regó a intervalos de 12 días.
- (3) Se aplicó la dosis 80-40-00.
- (4) Se aplicaron 60 kilos de Nitrógeno por Hectárea.
- (5) Se aplicó la dosis 40-00-00.
- (6) Después de ésta escarda se descartó la mitad de la siembra. En general se apreció una fuerte clorosis debido a deficiencia de Nitrógeno, la cuál se corrigió con aplicaciones de Urea.
- (7) Se asperjó con una solución de PARATION Etilico E-605.
- (8) Se asperjó con una solución de 50 ml. de BAYFOLAN.
- (9) Se asperjó con una solución conteniendo 30 ml. de Foley.

CICLO: OTOÑO - INVIERNO 1978-1979

TRATAMIENTO: 205-60-00

CULTIVO: CEBADA FORRAJERA

VARIEDAD: CELAYA.

SUPERFICIE: 442 Mt².

Riego de Presiembras	Siembra ó Trasplante	Resiem- bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes
	21 - X -78		21-X-79 (2)	21-X-78 (1)		4 - XII -78 27-XII - 78 23 - I - 79		26-XII-78

- OBSERVACIONES: (1) La fertilización se hizo en cuatro aplicaciones, en la siembra con la dosis 25-60-00 y después con 90, 60 y 30 kilos de Nitrógeno por Hectárea.
- (2) Los riegos se aplicaron cada 13 días.

CICLO : OTOÑO - INVIERNO 1978-1979

TRATAMIENTO:

SUPERFICIE: 360 MT²

CULTIVO: GARBANZA

VARIEDAD : SEMILLA CRIOLLA

Siembra o trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilización	Aspersión y (2) espolvoreaciones	Deshierbe o escardas	Muestreo foliar	Cosecha o cortes (3)
10-IX-78		10-IX-78 (1)			18-XII-78 18- I -79		

- OBSERVACIONES:
- (1) Se regó a intervalos de 13 días,
 - (2) Se observó un ligero ataque de pulgón el cual se controló con una aspersion que contenía 30 ml. de Gusatión + 50 ml. de Bayfolan + 50 grs. de PCNB.
 - (3) La cosecha se hizo en verde y se dió a comer a bovinos.

CICLO: OTOÑO-INVIERNO 1978-1979

TRATAMIENTO: 80-60-00

CULTIVO: HABA (1a. SIEMBRA)

VARIEDAD: CRIOLLA - CASTILLA.

SUPERFICIE: 924 mt.²

Riego de Presiembra	Siembra o Trasplante	Resiem- bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvorea- ciones.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar.	Cosechas ó Cortes.
	1o. VIII-78	2-X-78	2-X-78	10-VIII-78 (1) 12- X -78 (2)	3-IX-78 (3) 4- X-78 (4)	15-IX-78 12- X-78		15-I-79

- OBSERVACIONES:
- (1) Se fertilizó con la dosis 60-60-00
 - (2) Se fertilizó con la dosis 20-00-00
 - (3) Se asperjó con una solución de 20 grs. de PCNB + 20 grs. de AGRIMYCIN 500 al pie de la planta.
 - (4) Se asperjó con una solución de 40 ml. de FOLEY + 15 grs. de DACONIL 2787.

NOTA: Se observó marchitez de las plantas durante los dos primeros meses del ciclo, identificando el hongo RHIZOCTONIA SOLANI K, el cuál fué controlado pero obligó a resembrar un 25%.

CICLO: INVIERNO 1978-1979

TRATAMIENTO: 60-40-00

CULTIVO: HABA (2a. Siembra)

Variiedad: CRIOLLA ASTILLA

SUPERFICIE: 924 mt²

Riego de Presiembra	Siembra ó Trasplante	Resiem- bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reación.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
	10-XI-78		10-XI-78 (1)	10-XI-78 (2) 18-XII-78 (3)	3-I-79 (4)	18-XII-78 18- I-79		

OBSERVACIONES:

- (1) Se regó cada 13 días.
- (2) Se fertilizó con el tratamiento 40-40-00.
- (3) Se fertilizó con el tratamiento 20-00-00.
- (4) Aspersión con una solución que contenía 30 ml. de GUSATION + 50 ml. de BAYFOLAN + 50 grs. de PCNB.

CICLO: OTOÑO-INVIERNO 1978

TRATAMIENTO: 120-40-00

CULTIVO: LENTEJA

VARIEDAD: GUANAJUATO

SUPERFICIE: 40 mt.²

Riesgo de Presiembras	Siembra ó Trasplante	Resiem- bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo- reaciones.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
	7-VIII-78		7-VIII-78(1)	5-IX-78 (2) 6- X-78 (3)	5-IX-78 (4) 13-IX-78 (4) 21- X-78 (4) 15-IX-78 (5)	5-IX-78		3-I-79

- OBSERVACIONES:
- (1) Se regó cada 12 días.
 - (2) Se fertilizó con la dosis 80-40-00
 - (3) Se fertilizó con la dosis 40-00-00
 - (4) Se asperjó con una solución que contenía 50 ml. de PARATION ETILICO E-605 + 25 ml. de GUSATION + 50 grs. de AGRIMYCIN = 50 grs. de PCNB.
 - (5) Aspersión con una solución de 50 grs. de DACONIL 2787.

CICLO OTOÑO-INVIERNO 1978.

TRATAMIENTO: 120-40-00

CULTIVO: BETABEL

VARIEDAD: CROSBYS EGYPTION.

SUPERFICIE: 54 mt.²

Riego de Presiembras	Siembra ó Trasplante	Resiem- bras.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reacciones.	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
	7-VIII-78		7-VIII-78 (3)	5-IX-78 (1) 6- X-78 (2)	5-IX-78 (4) 21- X-78 (4) 15-IX-78 (5)	5-IX-78 6- X-78		6-XII-78

- OBSERVACIONES:
- (1) Se aplicó la dosis 80-40-00
 - (2) Se aplicó la dosis 40-00-00
 - (3) Se regó cada 12 días.
 - (4) Se asperjó con solución de PARATION ETILICO E-605 + 25 ml. de GUSATION + 50 grs. de PCNB + 50 grs. de AGRIMYCIN-500.
 - (5) Aspersión con una solución de DACONIL 2787.

CICLO: OTOÑO-INVIERNO 1978

TRATAMIENTO: 120-40-00

CULTIVO: ZANAHORIA.

VARIEDAD: NANTES.

SUPERFICIE:

Riego de Presiembras	Siembra ó Trasplante	Resiem bra.	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvo reaciones	Deshierbes ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	7-VIII-78		7-VIII-78(1)	5-IX-78 (2) 6-X-78 (3)	5-IX-78 (4) 21- X-78 (4) 15-IX-78 (5)	5-IX-78 6- X-78		6-XII-78

- OBSERVACIONES:
- (1) Se regó con una periodicidad de 12 días.
 - (2) Se fertilizó con la dosis 80-40-00.
 - (3) Se aplicaron 40 kilos de Nitrógeno / Ha.
 - (4) Aspersión con una solución de 50 ml. de PARATION Etílico E-605 + 25 ml. de GUSATION + 50 grs. de PCNB + 50 grs. de Agrimycin 500.
 - (5) Aspersión con solución de DACONIL 2787.

CICLO: OTOÑO- INVIERNO 1978
CULTIVO: BROCOLI

TRATAMIENTO: 80-40-00
VARIEDAD: WALTHAM

SUPERFICIE: 10 mt.²

Riego de Presiembras	Siembra o' Trasplante	Resiem bra	Riegos	Fertiliza- ciones.	Aspersión y Espolvorea- ciones.	Deshierbes o' Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
	28-XI-78 (1)		28-XI-78 (2)	5-IX-78	5-IX-78 (3) 4- X-78 (4)			

- OBSERVACIONES:
- (1) Se observó que las plántulas en el almácigo no crecieron bien, para el trasplante se seleccionaron las mejor desarrolladas.
 - (2) Los riegos se desarrollaron a intervalos de 10 a 12 días.
 - (3) Aspersión con una solución de 50 ml. de Paratión Etilico E-605 + 25 ml. de gusatión + 50 grs. de Agrimycin 500 + 50 grs. de PCNB.
 - (4) Aspersión con una solución de 30 ml. de Foley + 40 ml. de BAYFOLAN + 50 grs. de Agrimycin 500.

TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL CICLO

PRIMAVERA-VERANO 1979

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.

TRATAMIENTO: 120-60-0

SUPERFICIE: 1652.4 mt.²

CULTIVO: MAIZ.

VARIEDAD: H-220

Riego de presiembra	Siembra o trasplante	Re sieembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y espolvo reacción.	Deshierbes ó escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes.
	20-IV-79 (1)		12-V-79	20-IV-79 (2)	8-V-79 (5)	11-V-79	27-VII-79 (9)	5-IX-79 (10)
			23-V-79	30-V-79 (3)	6-VI-79 (6)	30-V-79		
			10-VI-79		24-VI-79 (7)	19-VI-79		
			5-VI-79		18-VIII-79 (8)	29-VI-79		
			23-VI-79					
			30-VI-79 (4)					
			11-VII-79					

- OBSERVACIONES:
- (1) Se usaron 20 Kilos /Ha. de semilla.
 - (2) Se aplicó el tratamiento 60-60-60
 - (3) Se aplicó el tratamiento 60-0-0
 - (4) El riego se dió con agua blanca.
 - (5) Se aplicaron 35 grs. de daconil 2787 y 30 ml. de PARATION ETILICO en aspersión.
 - (6) Se aplicaron 30 ml. de PARAMETIL en aspersión.
 - (7) Se asperjaron 30 ml. de FOLEY.
 - (8) Se asperjaron 25 ml. de FOLEY.
 - (9) El 21 de Julio se observó una clorosis en el extremo sur que comprendió las parcelas I-60%, II-30%, III-0%.
 - (10) La Pizca se llevó a cabo el 26 de Septiembre pesando olote, grano y rastrojo. El 20 de Septiembre se tomaron muestras de suelo y subsuelo de cada una de las subparcelas.

NOTA: La preparación del terreno se realizó el 15 de marzo aplicando estiércol de caprino (40 tons/Ha) y Urea (600 kilos/Ha.) Para acelerar la descomposición de celulosa.

CICLO : PRIMAVERA - VERANO 1979

TRATAMIENTO: 60-60-00

SUPERFICIE: 1,652.4 MT²

CULTIVO: FRIJOL

VARIEDAD : FLOR DE MAYO

Riego de presiembra	Siembra o trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizantes	Aspersión y espolvorea- ciones.	Deshierbes o escardas	Muestreo foliar	Cosecha o cortes
	17-IV-79 (1)		12-V-79 24-V-79 22-VI-79 2-VII-79 (3)	12-V-79 (2)	2-V-79 (4) 8-V-79 (5) 21-VI-79(6) 7-VI-79(7) 2-VII-79(8) 18-VIII-79(9)	11-V-79 30-V-79	27-VII-79 28-VII-79	7-VIII-79(10)

- OBSERVACIONES: (1) La densidad de siembra fue de 60 kilos/ha, la semilla se trató con lindano y arazán a razón de 1 gramo de cada producto por kilo de semilla.
- (2) Se usó urea y superfosfato triple.
- (3) Este riego se dió con agua blanca.
- (4) 45 grs. de PCNB en aspersión.
- (5) 35 grs. de Daconil y 30 ml. de paratión etílico en aspersión.
- (6) 30 ml. de foley + 50 ml. de Bayfolan + 30 grs. de daconil en aspersión.
- (7) 30 ml. de parmetil en aspersión.
- (8) Sevín en polvo.
- (9) 25 ml. de foley en aspersión.
- (10) En esta fecha se cosecharon 7 parcelas y las 2 restantes el 13 de Agosto, la trilla se realizó el 16 de Agosto. El 20 de Agosto se hizo muestreo de suelo y subsuelo mezclando las muestras de un mismo tratamiento para tener un total de 3.

Nota 1: Al principio del cultivo, las plántulas mostraron cierta dificultad para desarrollarse, lo cual desapareció a los dos meses.

Nota 2: La preparación del terreno se realizó el 15 de Marzo aplicando estiércol de caprino (40 tons/ha) y urea (600 ki - los/ha). Para acelerar la descomposición de celulosa.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979

TRATAMIENTO: 60-60-00

SUPERFICIE: 318 mt.²

CULTIVO: FRIJOL. (Sin sobrierriegos)

VARIEDAD: FLOR DE MAYO

Siembra ó Trasplante.	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvoreaciones.	Deshierbe ó escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
30-V-79		30-V-79 2-VII-79 21-VIII-79	30-V-79 (1) 21-VI-79 (2)	21-VI-79 (3) 8-VIII-79 (4) 18-VII -79 (5)	21-VI-79	27-VII-79	20-IX-79 (6)

OBSERVACIONES:

- (1) Se aplicó la dosis 00-60-00
- (2) Se aplicó la dosis 60-00-00
- (3) Se asperjó con 30 ml. de FOLEY + 50 ml. de BAYFOLAN + 30 Grs. de DACONIL 2787
- (4) Se espolvoreó con SEVIN + BHC en partes iguales.
- (5) Se asperjó con 25 ml. de FOLEY.
- (6) Se cosechó el equivalente a 2.3 tons/Ha. y se trilló el 10. de Octubre.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.

TRATAMIENTO: 160-60-00

SUPERFICIE: 200 Mts.²

CULTIVO: MAIZ FORRAJERO

VARIEDAD: N K - B- 15

Riego de presiembra	Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizantes	Aspersión y espolvo reacciones.	Deshierbes ó escardas	Muestreo foliar	Cosecha ó cortes.
	11-V-79		11-V-79 (1)	11-V-79 (2) 21-VI-79 (3)		5 - VI -79 21 - VI -79	29-VII-79	13-IX-79(5)

- OBSERVACIONES:
- (1) Se regó a intervalos de 20 días.
 - (2) Se aplicó el tratamiento 60-60-00
 - (3) Se aplicó el tratamiento 100-00-00
 - (4) Se aplicó sevín y BHC en espolvoreación a partes iguales.
 - (5) Se cosecharon 43 kilos de elote, el forraje se ensiló.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.

TRATAMIENTO: 160-60-00

SUPERFICIE: 650 mt.²

CULTIVO: MAIZ FORRAJERO

VARIEDAD: CELAYA

Riego de presiembra	Siembra ó trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y espolvorea- ciones.	Deshierbes ó escardas	Muestreo foliar	Cosecha ó cortes.
	II-V-79		11-V-79 (1)	11-V-79 (2) 21-VI-79(3)		5-VI-79 21-VI-79	27-VII-79	17-IX-79 (5)

- OBSERVACIONES:
- (1) Se regó a intervalos de 20 días.
 - (2) Se aplicó el tratamiento 60-60-00
 - (3) Se aplicó el tratamiento 100-00-00
 - (4) Se aplicó Sevín y B.H.C. en espolvoreación a partes iguales.
 - (5) Se cosecharon 140 kilos de Elote, el forraje se ensiló.

CICLO: PRIMAVERA-VERANO 1979

TRATAMIENTO: 270-60-00

CULTIVO: SORGO FORRAJERO

VARIEDAD: GRAZER N. DE ASGROW.

SUPERFICIE: 537 mt.²

Siembra o' trasplante	Resiembra	Riego	Fertilización	Aspersión y espolvoreaciones.	Deshierbes o' escardas	Muestreo foliar	Cosecha o' cortes.
20-10-79		20-IV-79 (1)	20-IV-79 (2) 30-V-79 (3) 29-VI-79 (4) 21-X-79 (5)		11-V-79 30-V-79 19-VI-79 29-VI-79 21-IX-79	27-VII-79 (6)	27-VII-79 (7) 28-VIII-79 (8) 5 - XI -79 (9)

OBSERVACIONES:

- (1) Se aplicaron riegos con un intervalo de 15 días
- (2) Se aplicó el tratamiento 60-60-00.
- (3) Se aplicaron 60 kilos de Nitrógeno por hectárea
- (4) Se aplicaron 70 kilos de Nitrógeno por hectárea
- (5) Se aplicaron 80 kilos de Nitrógeno por hectárea
- (6) La floración se inició el 26 de Junio, el 27 de Julio se hizo el muestreo foliar
Los días 3, 4 y 5 de octubre se presentaron heladas.
- (7) Rendimiento 1er. corte 32 ton/ha
- (8) Rendimiento 2o. corte 65 ton/ha
- (9) Rendimiento 3er. corte 23 ton/ha

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.

TRATAMIENTO: 160-60-00

SUPERFICIE: 317 mt.²

CULTIVO: CHILE CASCABEL

VARIEDAD: REAL MIRASOL

Siembra ó trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvoreaciones	Deshierbe ó escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
2-V-79		2-V-79 (12)	19-V-79 (1) 19-VI-79 (2) 29-VI-79 (3)	30-V-79 (4) 15-VI-79 (4) 16-VI-79 (4) 19-VI-79 (5) 21-VI-79 (6) 29-VI-79 (7) 14-VII-79 (8) 18-VII-79 (9) 25-VII-79 (10) 12-VIII-79 (11)	19-V-79 19-VI-79	27-VII-79	27-VII-79 31-VII-79 6-VIII-79 11-VIII-79 13-VIII-79 20-VIII-79 27-VIII-79 3-IX -79 10-IX-79 19-IX-79 26-IX-79 (13)

- OBSERVACIONES: (1) Se aplicó la dosis 80-60-00
 (2) Se aplicaron 40 kilos de Nitrógeno/ Ha.
 (3) Se aplicó la dosis 40-00-00.
 (4) Se asperjó con una solución que contiene 30 ml. de Dimetil + 60 ml. de BAYFOLAN.
 (5) Se asperjó usando 30 grs. de PCNB en solución.
 (6) Se asperjó con una solución de 30 ml. de Foley + 50 ml. de BAYFOLAN + 30 grs. de Daconil 2787.
 (7) Se aplicó solución conteniendo 30 grs. de PCNB en 12 lts. de agua al pie de la planta.
 (8) Se espolvoreó con azufre en polvo
 (9) Se asperjó con 25 ml. de FOLEY.
 (10) Se asperjó con 40 grs. de CUPRAVIT + 25 ml. de GUSATION.
 (11) Se asperjó con 45 grs. de CUPRAVIT + 60 ml. de BAYFOLAN.
 (12) Los riegos se aplicaron a intervalos de 20 días.
 (13) El rendimiento total corresponde a 18 Tons./Ha.

NOTA: Con respecto a 1978, se observó menor incidencia de enfermedades fungosas, lo cuál se atribuye a que la planta usada estaba en mejores condiciones.

CICLO: PRIMAVERA-VERANO 1979

TRATAMIENTO: 60-60-00

CULTIVO: VID

VARIEDAD: MOSCATEL
ROSA DEL PERU
CORNICHON

PROCEDENCIA: SAN LUIS DE
LA PAZ

Siembra o Trasplante (1)	Poda	Riegos	Fertiliza ciones	Aspersión y (5) Espolvoreaciones	Deshierbe ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosechas ó cortes
			8-II-79 (2) 9-III-79 (4) 9-III-79 (3)				11-VII-79 (6)

- OBSERVACIONES:
- (1) Se plantaron a principios del año, 53 parras de las tres variedades señaladas.
 - (2) Se le dieron toques con sulfato de zinc.
 - (3) Se aplicó el tratamiento 60-60-00
 - (4) Se regó a intervalos de 25 días.
 - (5) Con intervalos de 15 a 20 días se aplicaron los productos siguientes:
45 grs. de Daconil + 25 ml. de Foley + 30 ml. de Gusation en aspersión. También 45. grs. de Cupravit + 30 ml. de Gusation en aspersión, o espolvoreaciones de azufre al iniciar se la temporada de lluvias.
 - (6) Se tuvieron parras que ensayaron cosechándose 1.5 kilos de uva.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979

TRATAMIENTO: 80-40-00

SUPERFICIE: 120 Mt.²

CULTIVO: CALABACITA

VARIEDAD: NANTES.

Riego de presiembra	Siembra ó trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y espolvo reacciones	Deshierbes ó escardas	Muestreo Foliar.	Cosecha ó cortes.
	6-IV-79		6-IV-79 (2)	8-V-79 (1)	2-V-79 (3) 26-VI-79(4)	25-IV-79		30-V-79 4-VI-79 10-VI-79 12-VI-79 16-VI-79 19-VI-79 21-VI-79 23-VI-79 25-VI-79 29-VI-79 2-VII-79 12-VII-79 20-VII-79 (5)

- OBSERVACIONES: (1) Se fertilizó con la dosis 80-40-00
(2) Se regó a intervalos de 8 días, éste cultivo recibió un riego con agua blanca el 3 de julio.
(3) Se asperjó con PARATION ETILICO E-605 + 30 grs. de DACONIL 2787.
(4) Se asperjó con una solución de UREA al 5%.
(5) El rendimiento total fué equivalente a 29.3 tons/Ha.

CICLO: PRIMAVERA-VERANO 1979

TRATAMIENTO: 80-40-00

SUPERFICIE: 80 Mt.²

CULTIVO: BROCOLI

VARIEDAD: WALT HAM.

Siembra ó Trasplante.	Rasiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvorea- ciones.	Deshierbes ó escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
19-VI-79 (1)		19-VI-79 (2)	3-VIII-79 (3)	2-VII-79 (4) 18-VII-79 (5) 25-VII-79 (6) 3-VIII-79(4) 10-VIII-79(4) 24-VIII-79(7)		27-VII-79	31-VIII-79 4-IX - 79 6-IX-79 10-IX-79 12--IX-79 19-IX-79 22-IX-79 (8)

- OBSERVACIONES: (1) De acuerdo con la experiencia de 1978, se prefirió hacer la siembra directa una parte con semilla del año anterior y otra parte con semilla comprada. La siembra se realizó en seco y riego por "TRASPORO".
- (2) Se regó a intervalos de 20 días.
- (3) Se aplicó la dosis 80-40-00.
- (4) Se espolvoreó con SEVIN 25%.
- (5) Se asperjó con FOLEY (25 ml).
- (6) Se asperjó con una solución que contenía 40 grs. de CUPRAVIT + 25 ml. de GUSATION.
- (7) Se asperjó con 25 ml. de PARATION.
- (8) El rendimiento total fué equivalente a 5.5 Tons./Ha., correspondiendo a 6.2 Tons./Ha. para la semilla de "CASA" y 1.7 Tons./Ha. para la semilla comprada.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.
CULTIVO: BETABEL

TRATAMIENTO: 80-40-00
VARIETAD: CROSBY EGYPTION

SUPERFICIE: 10 Mt.²

Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espol- voreaciones:	Deshierbe ó escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes.
30-V-79 (1)		30-V-79	14-VII-79 (2)	26-VI-79 (3) 18-VII-79(4) 27-VII-79(5) 1o.VIII-79 (6) 3-VIII- 79 (5)		27-VII-79	3-VIII-79 5-IX -79

- OBSERVACIONES:
- (1) Se sembró en seco y se aplicó un riego por trasporo.
 - (2) Se aplicó el tratamiento 80-40-00.
 - (3) Se asperjó con 50 Grs. de DACONIL + 60 ml. de BAYFOLAN.
 - (4) Se asperjó con 25 ml. de FOLEY.
 - (5) Se asperjó con BHC.
 - (6) Se asperjó con SEVIN.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.

TRATAMIENTO 80-40-00

SUPERFICIE: 30 mt.²

CULTIVO: NABO

VARIEDAD: BLANCO.

Siembra o Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvoreaciones	Deshierbe ó Escardas	Muestreo Foliar.	Cosecha ó cortes.
30-V-79 (1)		30-V-79	14-VII-79 (2)	26-VI-79 (3) 18-VII-79 (4) 27-VII-79 (5) 1o.-VIII-79 (6) 3-VIII-79 (5)		27-VII-79	25-VII-79 3-VIII-79

- OBSERVACIONES:
- (1) Se sembró en seco y se aplicó un riego por trasporo.
 - (2) Se aplicó el tratamiento 80-40-00.
 - (3) Se asperjó con 50 grs. de DACONIL + 60 ml. de BAYFOLAN.
 - (4) Se asperjó con 25 ml. de FOLEY.
 - (5) Se espolvoreó con BHC.
 - (6) Se espolvoreó con SEVIN.

CICLO:PRIMAVERA - VERANO 1979

TRATAMIENTO: 80-40-00

SUPERFICIE 25 mt.²

CULTIVO: ZANAHORIA

VARIEDAD: NANNIES

Siembra ó Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvoreaciones.	Deshierbe o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Corte.
30-V-79 (1)		30-V-79	14-VII-79 (2)	26-VI-79 (3) 18-VII-79(4) 27-VII-79(5) 1o.VIII-79 (6) 3-VIII-79 (5)		27-VII-79	5-IX-79 11-IX-79 20-IX-79

- OBSERVACIONES:
- (1) Se sembró en seco y se aplicó un riego por trasporo.
 - (2) Se aplicó el tratamiento 80-40-00
 - (3) Se asperjó con 50 grs. de DACONIL + 60 ml. de BAYFOLAN.
 - (4) Se asperjó con 25 ml. de FOLEY.
 - (5) Se espolvoreó con BHC.
 - (6) Se espolvoreó con SEVIN.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979
CULTIVO: TOMATE

TRATAMIENTO: 80-40-00
VARIEDAD: ROMA V.A.

SUPERFICIE 63 mt.²

Siembra ó Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvorea- ciones.	Deshierbe o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes.
23-VI-79 (1)		23-VI-79 19-IX-79 28-IX-79	23-VI-79 (2)	18-VII-79 (3) 24-VIII-79(4) 12-IX-79 (5)	23-VII-79 3-VIII-79		15-X -79 20-X -79 25-X -79 29-X -79 5-XI-79 10-XI-79 14-XI-79

- OBSERVACIONES:
- (1) Se hizo la siembra directa en seco y se regó por trasporo
 - (2) Se aplicó la dosis 80-40-00 y se fertilizó con una solución de 50 grs. de Urea/ litro y 25 ml. de solución por planta.
 - (3) Se asperjó con una solución de 12 lts. conteniendo 25 ml. de FOLEY.
 - (4) Se asperjó con una solución conteniendo 25 ml. de PARATON.
 - (5) Se asperjó con una solución de 45 ml. de CUPRA VIT y 60 ml. de BAYFOLAN.

(1) Siembra o Trasplante	Poda	Riegos	Fertiliza ciones	Aspersión y Espolvoreaciones	Deshierbe o Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó cortes
	15- I-79 (2)	29-VI-79 (3)	2-IV-79 (4) 29-VI-79 (5)	16-IV-79 (6) 2- V-79 (7) 8- V-79 (8) 30- V-79 (9) 5-VI-79 (10) 16-VI-79 (10) 19-VI-79 (11) 26-VI-79 (12) 14-VII-79 (13) 25-VII-79 (14) 27-VII-79 (15) 2-VIII-79 (15) 8-VIII-79 (16) 8-IX-79 (17) 12-IX-79 (18)			19-III-79 31- X -79 (19)

- OBSERVACIONES:
- (1) Este cultivo tiene año y medio de haberse establecido. Se cuenta con 34 ejemplares.
 - (2) Se hizo la poda a 50 cms. de altura.
 - (3) Se aplicaron los riegos a intervalos de 20 días.
 - (4) Se fertilizó con la dosis 100-100-00 + 25 grs. de sulfato de cobre + 25 grs. de sulfato ferroso por parra.
 - (5) Se aplicó el tratamiento 380-190-00.
 - (6) Aspersión con 20 ml. de Thiodan + 50 ml. de Bayfolan.
 - (7) Aspersión con 30 ml. de Paration + 30 grs. de Daconil.
 - (8) Aspersión con 30 ml. de Paration + 30 ml. de Bayfolan + 30 grs. de Daconil 2787.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979
CULTIVO: ROSALES

TRATAMIENTO: 480-290-100
VARIEDAD:

SUPERFICIE:

Siembra ó Trasplante	Foda	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvoreaciones.	Deshierbe ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes.
-------------------------	------	--------	-----------------	----------------------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

- OBSERVACIONES:
(Continuación)
- (9) Aspersión con 30 ml. de DIMETIL + 60 ml. de BAYFOLAN.
 - (10) Aspersión con 30 ml. de PARAMETIL + 30 ml. de BAYFOLAN + 50 grs. de DACONIL 2787.
 - (11) Aspersión al pie de la mata con solución que contenía 35 grs. de PCNB.
 - (12) Aspersión con 50 grs. de DACONIL + 60 ml. de BAYFOLAN.
 - (13) Espolvoreación con azufre en polvo.
 - (14) Aspersión con 40 grs. de CUPRAVIT + 25 ml. de GUSATION.
 - (15) Espolvoreación con BHC en polvo.
 - (16) Espolvoreación con BHC + SEVIN.
 - (17) Espolvoreación con SEVIN + AZUFRE.
 - (18) Aspersión con 45 grs. de CUPRAVIT + 60 ml. de BAYFOLAN.
 - (19) El día 19 de marzo se inició el corte y continuó hasta el 31 de octubre. Se cortaron en éste período 3489 rosas.

CICLO: PRIMAVERA - VERANO 1979.
CULTIVO: GLADIOLLO

TRATAMIENTO: 80-40-00
VARIEDAD: SALMÓN 225
 ROSA 225
 ROJO 250

SUPERFICIE: 63 mt.²

Siembra ó Trasplante	Resiembra	Riegos	Fertilizaciones	Aspersión y Espolvorea- ciones.	Deshierbe ó Escardas	Muestreo Foliar	Cosecha ó Cortes
6-IV-79		6-IV-79 (1)	25-IV-79 (2)	2- V - 79 (3) 30-V - 79 (4) 18-VII-79 (5)	8- V - 79 21- VI- 79 25- IV- 79	27-VII-79	2-VII -79 21-VII- 79 3-VIII-79 8-VIII-79 (6)

- OBSERVACIONES: (1) Se aplicaron riegos a intervalos de 12 días, el día 3 de Julio se le dió un riego con agua blanca.
- (2) La fertilización se realizó con la dosis 80-40-00.
- (3) Se asperjó con 30 ml. de PARATION ETILICO E-605 + 50 grs. de DICONIL 2787.
- (4) Se asperjó con una solución que contenía 30 ml. de PARAMETIL + 30 ml. de BAYFOLAN + 50 grs. de DICONIL 2787.
- (5) Se asperjó con 25 ml. de FOLEY en 12 Hs. de agua.
- (6) El rendimiento correspondió a 46 187 varas/Ha. o 320 gruesos/Ha. El 29 de septiembre se terminaron de sacar los bulbos con los siguientes rendimientos 2373 tons/Ha. de bulbos grandes rojos, 0.790 tons./Ha. de bulbos chicos blancos y 39 kilos/Ha. de "cebollitas."

NOTA: Las variedades Salmón y Roja se secaron por pudrición del bulbo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- Mauricio A. Strobbe, Ph. D. Orígenes y Control de la Contaminación Ambiental. Capítulo 1. Efectos directos de la Contaminación de los grandes lagos sobre algunas plantas y animales. George S. Hunt. CECSA. 1977.
- 2.- James Marshall. El Aire en que Vivimos. Editorial Diana 1978.
- 3.- William F. Ganong. Manual de Fisiología Médica. Capítulo 37. Ajustes respiratorios en la salud y en la enfermedad. Pág. 587.
- 4.- Louis S. Jaffe. Idem que (1). Capítulo 24. Efectos de la Contaminación Fotoquímica del Aire sobre la Vegetación, con Respecto a los Requerimientos de Calidad del Mismo.
- 5.- Elbert C. Tabor. Idem que (1). Capítulo 25. Contaminación del aire urbano - por el uso de insecticidas.
- 6.- Poling James. Agua pura para nuestros ríos. National Civic Review. 1962.
- 7.- Hanson W.J. Pollution and Conservation. Enquiries. Longman. 1977.
- 8.- John E. Kinney. Idem que (1). Capítulo 7. ¿Acaso no es tan importante un niño como un pez?.
- 9.- Maurice Pasquelot. La tierra intoxicada. Rotativa. 1971.
- 10.- Bradley David. No habrá donde esconderse. Little, Brown & Co. 1948.
- 11.- Manchester Harland. El mayor problema de la producción atómica. Selecciones del R.D. Agosto de 1955.
- 12.- Green Timothy. El Támesis vuelve a nacer. Smithsonian 1978.

- 13.- El Hombre y la Ecósfera. Selecciones de Scientific American. Capítulo 8.
La Producción Humana de Alimento como Proceso en la Biósfera. Sept. 1970.
Editorial Blume 1979.
- 14.- Tarade Guy. La Contaminación. Talgraf. 1979.
- 15.- Cristopher J. Pratt. Idem que (13). Capítulo 23. Fertilizantes Químicos.
Julio de 1965.
- 16.- A.S. Newman. Idem que (1) Capítulo 38. Los herbicidas y el suelo.
- 17.- Richard J. Aldrich. Idem que (1). Capítulo 39. Herbicidas-Residuos en el
Suelo.
- 18.- L.A. Andrés. Idem que (1). Capítulo 40. El papel de los agentes bioló--
gicos en el control de las malas hierbas.
- 19.- Carroll M. Williams. Idem que (13). Capítulo 24. La tercera generación
plaguicidas. Julio de 1967.
- 20.- R.G. Van Buskirk. Idem que (1). Capítulo 10. Requiem por un viejo amigo.
- 21.- Bruce Ingersoll. Idem que (1). Capítulo 11. Wisconsin somete a juicio el
DDT.
- 22.- Ball Charles. Guerra atómica contra los insectos. Saturday Evening Post
1961.
- 23.- Frank N. Kemmer. Lund Herbert F. Manual para el control de la contaminación.
Instituto de Estudios de Administración Local. 1974. Capítulo 8. Control -
de la contaminación en la industria del acero.
- 24.- Emmet. F. Spencer, Jr. Idem que (23). Capítulo 12. Control de la Contamina-
ción en la Industria Química.

- 25.- L.C. Gilde. Idem que (23). Capítulo 14. Control de la Contaminación en la Industria Alimenticia.
- 26.- Leslie E. Lancy. Idem que (23). Capítulo 10. Control de la Contaminación en la Industria del Chapeado.
- 27.- Comunicación Personal obtenida en la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y del Papel.
- 28.- R. M. Billings y G.C. Dehaas. Idem que (23) Capítulo 16. Control de la Contaminación en la Industria de la Pulpa y el Papel.
- 29.- Libby C. Earl. Ciencias y Tecnología sobre Pulpa y Papel. Tomo I Pulpa. Capítulo 7. Introducción a la Obtención de Pulpas Celulósicas. C.P. Dono frío. CECSA. 1979.
- 30.- George D. Bearce. Idem que (29). Capítulo 8. Obtención de Pasta Mecánica.
- 31.- J.N.Swartz R.C. MacDonald. Idem que (29). Capítulo 9. Obtención de Pulpas Alcalinas.
- 32.- E. O. Ericsson. J. L. McCarthy, D. A. Pearson. Idem que (29). Capítulo 10. - Obtención de Pulpas al Sulfito.
- 33.- John N. McGover. Idem que (29). Capítulo 11. Obtención de Pulpas Semiquímicas y Químicas.
- 34.- W.A. Kirkpatrick. II. Idem que (29). Capítulo 14. Utilización del Papel de Desperdicio y Desentintado en las Industrias del Papel y del Cartón.
- 35.- Carpenter W.L. Factors Affecting Selection of Equipment for treatment of Deinking Waste. Tappi Vol. 47, No. 5 Mayo 1964.

- 36.- Pirnie, Malcom, and Quirk. Thomas P. Design and cost considerations for treatment of deinking wastes. Paper Trade Journal Vol. 146, No. 27, Julio de 1962.
- 37.- Palladino A. J. Investigations-Pollution abatement measures beyond primary treatment. Purdue Univ. Eng. Bull., Ext. Ser. 45 (351 - 8), 1961.
- 38.- Altieri, A. M. Deinking of Waste Paper. Tappi monograph series No. 16 - - Technical Association of the pulp and paper industry. New York, 1956.
- 39.- MacLeod Martin. Deinking mill gets a oustanding results with pioneer - treatment. Pulp and Paper Vol. 48. No. 4 Abril 1974.
- 40.- Hunter, Joseph V. and Kaplowaky, Joel. Report to the Garden State Paper Co. Inc., of the influence of deinking waste on domestic waste water treatment. Study II. 1972.
- 41.- Kirk - Othmer. Encyclopedia of Chemical Technology 2nd. Ed. Vol. 22 p. - 109. John Wiley and Sons, Inc. New York 1970.
- 42.- Flower, W.A. Spray Irrigation for the Disposal of Effluents Containing - Deinking Waste. Tappi 1969, 52 (7) 1267-1269.
- 43.- Follett Robert H. Plastic Trickling Filter - Activated sludge treatment of paper wastes. Purdue Univ., Eng. Bull, Ser. No. 118. 1965.
- 44.- Blosser, R.O., Owens E. L. Irrigation and land disposal of pulp mill effluents. Water and Sewage Works 1964. 111 (9) 424-432.
- 45.- Nadelman A.H., and Newton L.B. A Practical Approach to utilization of Solids from Deinking Mill Effluent. Tappi Vol. 43, No. 2 Feb. 1960.
- 46.- Harrison L.L. Potential comercial use of deinked pulp sludge. Pulp and Paper 1967. J1 (27) 35-37.

- 47.- Fernández González Ramón. Nota sobre las posibilidades agrícolas de los suelos del Valle del Mezquital, regados con las aguas negras de la Ciudad de México.
- 48.- Lowell L. McCormick. Effects of Paper Mill Waste Water on Cattle, Crops and Soil. Bull. No. 529. Dec. 1959. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Agricultural Experimental Station.
- 49.- Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Personal del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de América. Editorial Limusa 1974. Capítulo 5. La Calidad del Agua para Riego.
- 50.- Winter E. J. El agua, el suelo y la planta. Editorial Diana 1977.
- 51.- Idem que (49). Capítulo 1. Origen y Naturaleza de Suelos Salinos y Sódicos.
- 52.- Palacios V. Oscar, y Aceves N. Everardo. Instructivo para el Muestreo, Registro de Datos, e interpretación de la Calidad del Agua para Riego Agrícola. Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. 1970.
- 53.- Idem que (49). Capítulo 2. Determinación de las propiedades de suelos salinos y sódicos.
- 54.- Idem que (49). Capítulo 3. Mejoramiento y manejo de los suelos en regiones áridas y semiáridas con relación a Salinidad y exceso de sodio.
- 55.- Idem que (49). Capítulo 4. Respuesta de las plantas y selección de cultivos para suelos salinos y sódicos.
- 56.- CANCELADO.
- 57.- Vercher, Sturgis, Curtis. Paper mill waste water for crop irrigation and its effects on the soil. Bull. No. 604 Dec. 1965.

Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Agricultural Experiment Station.

- 58.- Aspitarate, Thomas R., Rosenfeld Alan S. Smale Bernard C., Pulp and paper - mill sludge disposal and crop production. Tappi Vol. No. 56 No. 11 Nov. 1973.
- 59.- Rzedowski J. Vegetación de México. Editorial Limusa. 1978. Capítulo 16, - Matorral Xerófilo.
- 60.- García Enriqueta. Apuntes de Climatología. UNAM. 1967.
- 61.- Teuscher H. y Adler R. El suelo y su fertilidad. Ed. CECSA. 1979. Cap. 14. Proce sos Dinámicos del Suelo. Pág. 200 a 206.
- 62.- Gray T.R.G. and Williams S.T. Soil Micro-organisms. 1971. Ed. Longman. Cap. 5 Breakdown of Organic Chemical in Soil. Pág. 90-109.
- 63.- Jackson Richard M. y Raw Frank. La vida en el suelo 1974. Ed. Omega Cap. 2. Los Organismos y su Ecología. Pág. 15.
- 64.- Alexander Martín. Introduction to Soil Microbiology 1961. Ed. John Wiley - & Sons. Cap. 10. Microbiology of Cellulose. Pag. 166.
- 65.- Ortíz - Villanueva. Edafología. 1977. Ediciones Patena A.C. Escuela Nacional de Agricultura Cap. 4. La Materia Orgánica del Suelo.
- 66.- Kotsche, Wolfgang. & Gottschalk, Cord. Enfermedades del Conejo y de la -- Liebre. Capítulo 6. Enfermedades del Conejo. Editorial Acribia. 1974.
- 67.- Idem (66). Capítulo 9. Apéndice. Subcapítulo 10. Datos Fisiológicos del - Conejo.
- 68.- Claver A. Juan & Saenz Mare Adolfo L. Apuntes de Histología Veterinaria. Sangre. Edit. Hemisferio Sur. 1977.

- 69.- CANCELADO.
- 70.- Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 14 Edition-
1976. American Public Health Association, American Water Works Association,
Walter Pollution Control Federation.
- 71.- Schubert Gottfried. Cure and recognize aquarium fish diseases. 1974. --
T.H.F. Publications Inc. L.T.D. Pág. 110. Bacterial skin and fin rot.
- 72.- Wachtel Hellmuth. Aquarium Ecology. 1973. T.H.F. Publications. Pág. 34
Humus.
- 73.- Reichenbach-Klinke. Fish Pathology 1973. T.H.F. Publications Cap. X. Di-
sorders caused by abiotic factors. Pág. 364 Detergents.
- 74.- Idem que 73. Cap. X. Deficiency Diseases, Metabolic Disorders. Pág. 353.
Disorders of the Skin.
- 75.- Erwin Amlacher. Manual de Enfermedades de los Peces. Cap. XI, Técnica de
la investigación. pag. 50 a 299. Edit. Acribia. 1964.