

SUBDIRECCION TECNICA

DIVISION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

SECCION DE INVESTIGACION

INICIACION PROGRAMA " CULTIVOS HIDROPONICOS "

FASE I

Bogotá, septiembre de 1988

INDICE

INTRODUCCION

- CAPITULO I
- A. FASE I. INVERNADERO LABORATORIO C.A.R.
 - B. CENTRO DE EXPERIMENTO Y PROPAGACIONN. VEGETAL VIVERO TISQUESUSA
 - C. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA IMPLANTACION DEL PROGRAMA (Agua - Nutriente- Sustratos).
 - D.
 - 1. Beneficios -Fase I
 - 2. Presupuesto
 - E. CRONOGRAMA
- CAPITULO II
- FASE II . APLICACION DE LA TECNICA DIDROPONICA PARA FASE DE CRECIMIEWNTO EN ESPECIES FORESTALES Y FRUTALES.
- CAPITULO III
- FASE III DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES CON EL SISTEMA DE CULTIVOS HIDROPONICOS

REFERENCIAS

APLICACION Y FOMENTO DE CULTIVOS HIDROPONICOS EN LA JURISDICCION

C.A.R.

Con el aporte de las metodologías de investigación establecidas en Fisiología vegetal principalmente en la determinación de requerimientos nutricionales, se constituyó entre 1925 y 1935 una nueva tecnología agrícola denominada " Cultivo Hidropónico" o " Cultivo de Plantas sin Tierra ".

El término **Hidroponia** se refiere a la técnica de reproducción de vegetales en un sustrato inerte (cascarilla de arroz, arena, etc) impregnado de una solución nutritiva y el Hidrocultivo "Cultivo en Agua" a aquella en la cual las plantas crecen teniendo sus raíces en un soporte o canal por el cual circula continuamente la lámina de solución nutritiva; como una modalidad de esta última técnica se conoce el método de cultivo como Técnica de Flujo Laminar de nutrientes (TFL).

La técnica de cultivos hidropónicos ha tenido gran auge frente a los cultivos tradicionales, pues satisface la demanda de productos de buena calidad, por medio de cultivos con mayor densidad de plantación y además, con las siguientes ventajas :

- Utilización eficiente y regulada tanto de suministro de agua como de solución nutritiva.
- Posibilidad de implementar varios tipos de cultivos en regiones que carecen de capa vegetal de soporte, adaptándose fácilmente el sistema a varias condiciones.

- Disminuye costos de producción (ahorro en agua, abono y fertilizantes).
- Aumenta la producción por hectárea sembrada y disminuye el tiempo de recolección por cosecha.

Las referencias consultadas describen que "donde existen disponibilidades hídricas y espacio, nada se opone a una explotación hidropónica y " se obtiene una cosecha satisfactoria, con reducidos consumos hídricos o de terreno, mediante cultivos de modesta extensión".

Es así como la Corporación con el ánimo de responder a la demanda de alimentos y al mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de la jurisdicción que podrá hacerse extensivo a otras corporaciones, adopta, estudia e investiga tecnologías que produzcan buenos rendimientos en los ciclos productivos de los recursos naturales vegetales; por consiguiente se interesa en la implementación de la técnica hidropónica y sus diferentes aplicaciones, este programa se ejecutará a través de la Sección de Investigación- División de Estudios y Diseños- C.A.R.

DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CULTIVOS HIDROPONICOS

-FASES -

FASE	LUGAR	PROYECCION
FASE I		
Aplicación de Tecnologías hidropónicas con hortalizas a pequeña escala.	Invernadero Experimental Laboratorio C.A.R., Vivero Tisquesusa.	Fomento y Aportes tecnológicos para el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes.
FASE II		
Investigación del cultivo hidropónico en diferentes especies vegetales (forestales-frutales).	Vivero Apulo Vivero Tisquesusa.	Propagación de especies forestales (fase crecimiento) de interés ecológico y económico.
FASE III		
Utilización de técnica de flujo laminar de nutrientes (TFL) con gramíneas para fines de depuración de aguas.	Laboratorio Plantas de Tratamiento.	Mejoramiento de calidad de agua en plantas de tratamiento.

CAPITULO I

FASE I

A. MODELO INVERNADERO LABORATORIO

La Fase I corresponde al montaje de aplicación de las técnicas hidropónicas hasta ahora utilizadas en Colombia para el cultivo de Hortalizas a pequeña escala. Se debe tener en cuenta que hace relativamente poco cinco (5) a diez (10) años se iniciaron los cultivos en el país, sus objetivos se han dirigido a la búsqueda de las condiciones particulares para los sistemas tropicales y a suministrar alternativas de autoabastecimiento alimenticio a nivel doméstico.

Con las " Experiencias Colombianas" de la Red Colombiana de Tecnologías Apropriadas- ENDA (1986), se obtuvieron una serie de resultados positivos relacionados con la siembra de tomate en áreas de 20 m², los cuales estimularon en gran parte la aplicación de los cultivos denominados "domésticos" o "caseros" en un vivero experimental, donde se consolidarán las experiencias necesarias para el fomento proyectado. Además proporcionó ejemplos de simplificación de los manejos agrícolas como de bajas inversiones (Ver Cuadro No. 1. Beneficio/Costo Siembra de Tomate.

CUADRO No. 1

BENEFICIO COSTO DE UN METRO CUADRADO DE TOMATE DOMESTICO

BENEFICIO

1.	Número de cosechas anuales	3
2.	Densidad de Siembra	10 Plantas/m2
3.	Producción por planta - cosecha.	2 Kg.
4.	Producción por cosecha m2.	20 Kg.
5.	Producción por m2- año	60 Kg.
6.	Beneficio ahorrado en consumo o vendido a vecinos \$ 6.000 a \$ 12.000.	

COSTOS

1.	Nutrientes = 5 litros de solución.	\$ 720
2.	Agua = 2 m3 de agua de conducción.	60
3.	Semillas, fumigantes, indicadores, regadera.	360
4.	Recipientes semilleros, tanque y riego con vida útil con vida útil de cinco (5)	900
5.	0.15 m3 de sustrato (cascari- rilla de arroz con vida útil de un año.	150
6.	2 m2 de invernadero de aprove- del 50%	650
	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS	2.840
7.	Costos sombra 60 horas de trabajo anual	3.600
8.	Costos sombra de m2 de terraza 0.1 m2 de marquesina a \$ 150/mes	1.800
	TOTAL DE COSTOS ATRIBUIBLES A 1 M2	8.240.
9.	Costo de Producción \$ 8.240/60 Kg.	137/1 Kg
COSTO DE PRODUCCION CULTIVO CONVENCIONAL .		

Basándose en las experiencias anteriores tanto del del Programa del Centro de Estudios Comunitarios Aplicados- CECA, como en los que está llevando a cabo Jardines de Los Andes a nivel Social y en los cultivos hidropónicos montados en la Granja de la Fábrica de Agroquímicos -COLJAP, se proyectó como actividad inicial del programa para la Corporación el montaje de un invernadero experimental en el Laboratorio C.A.R.

La posibilidad de obtener los materiales de infraestructura lo mismo que las soluciones nutritivas en un asentamiento urbano o semi-rural, han demostrado ser dependientes de los recursos locales y determinan el sistema hidropónico que debe utilizarse.


Debido a lo anterior la Fase I, para el cultivo experimental se constituye utilizando la infraestructura y materiales descritos en el siguiente cuadro.

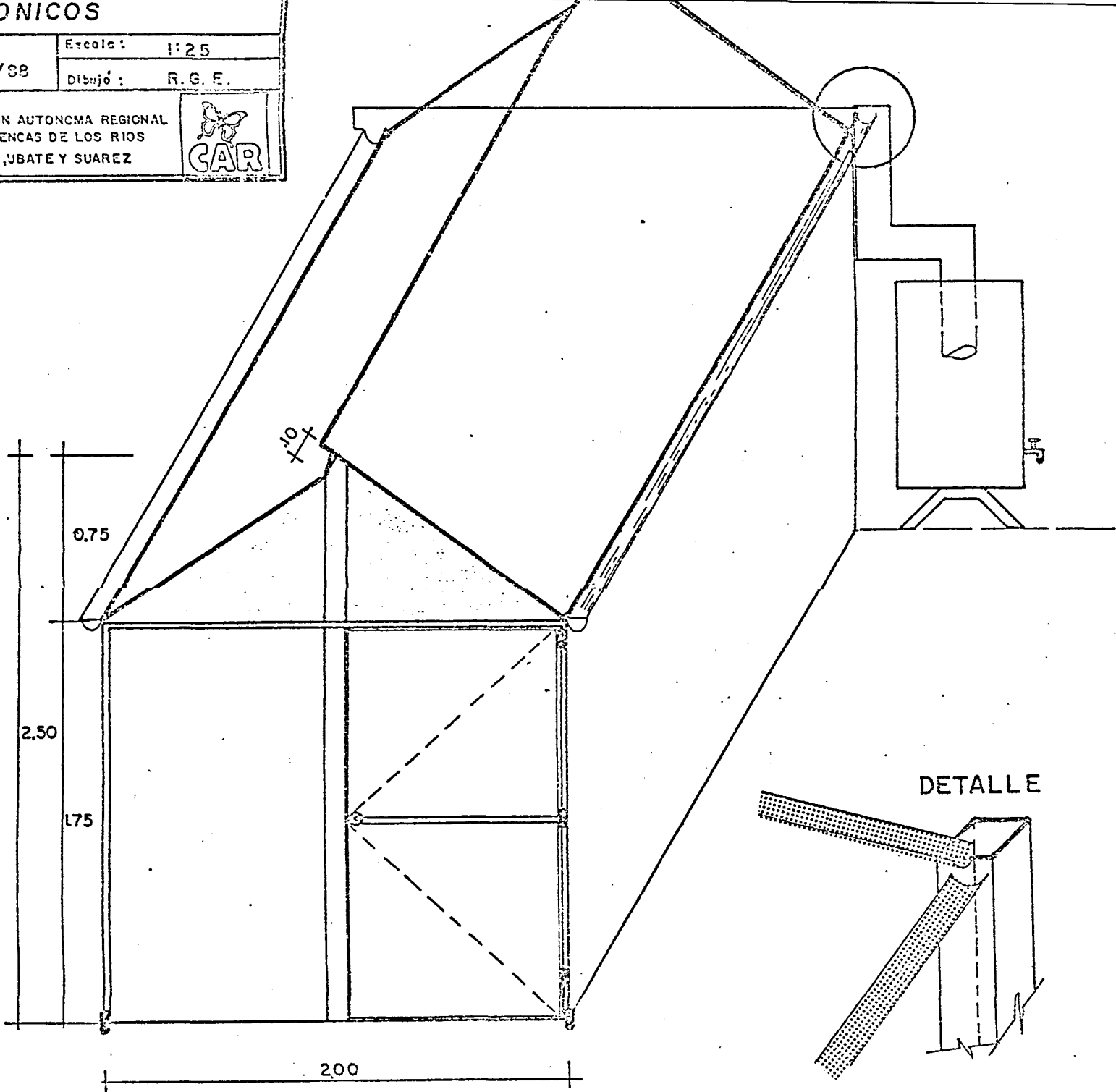
INVERNADERO EXPERIMENTAL LABORATORIO

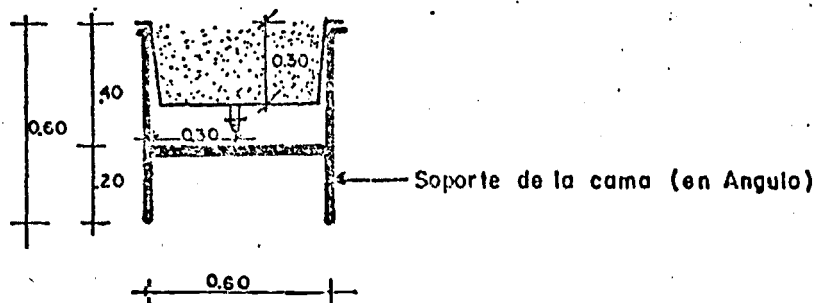
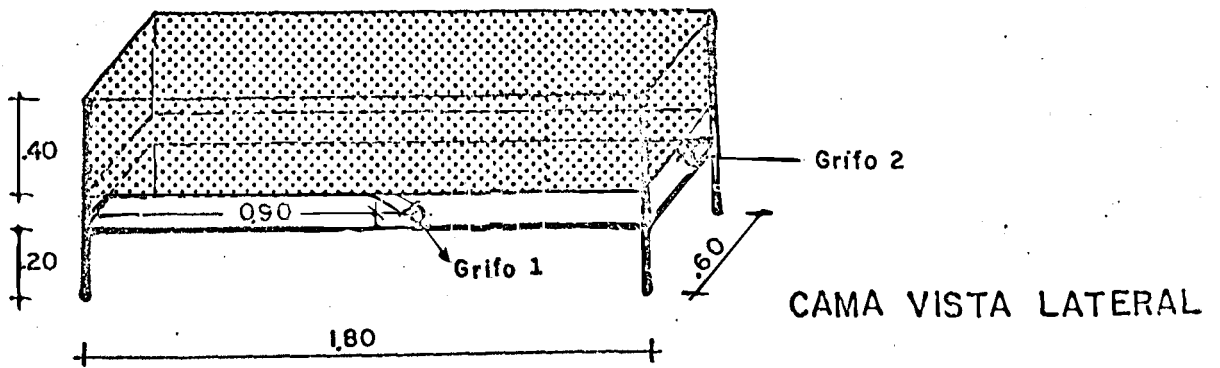
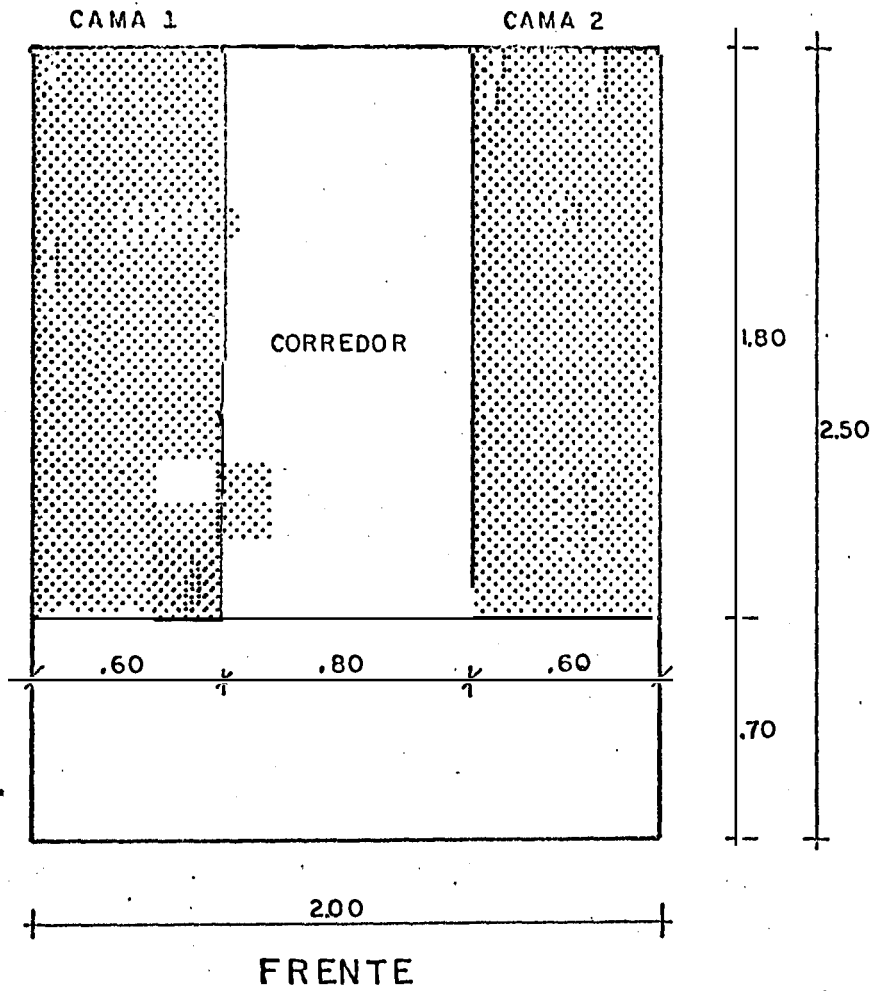
C.A.R

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>
Diseño, Construcción y montaje de un invernadero en estructura modular en hierro de 4.5 m ² , cubrimiento en polietileno.	1
Bancada o cama de siembra en lámina (Cold roll) (1.80 m x 60 cm. x 28 cm.) de hierro.	2
Bandeja de germinación esmaltada	2
Lámina de espuma de poliuretano	1
Sistema de riego artesanal:	
- Recipiente (5 galones)	2
- Manguera 1/4 plástica (5mts.)	1
- Gotero riego	10
Semillas de hortalizas, tomate, lechuga, acelga .	1/2 lb.
Solución de nutrientes:	
- Macronutriente (4-2-5-5)	25 Lt/cosecha
- Micronutriente (HCEMIZ)	15 lt/cosecha
Sustrato (cascarilla de arroz)	30 Kg.
Polietileno negro	3 m.
Instalación de agua	1

HIDROPONICOS

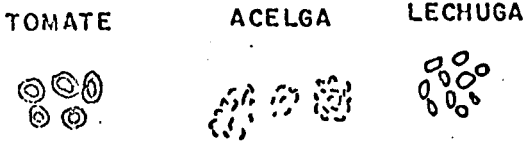
Revisó: M. M. G.	Fecha: Septiembre /88	Escala: 1:25
DIVISION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS		Dibujó: R. G. E.
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS BOGOTA, UBATE Y SUAREZ		



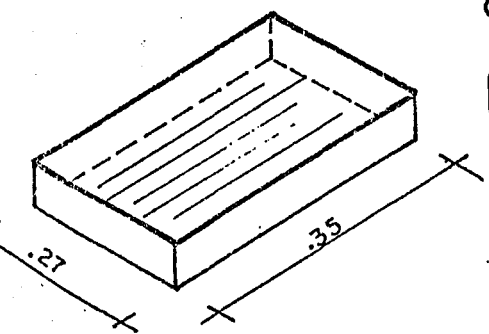


DESCRIPCION GENERAL DEL PROCEDIMIENTO DEL CULTIVO HIDROPONICO VIVERO EXPERIMENTAL CAR

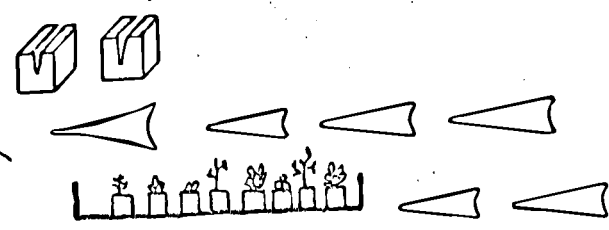
MATERIAL SEMILLAS:



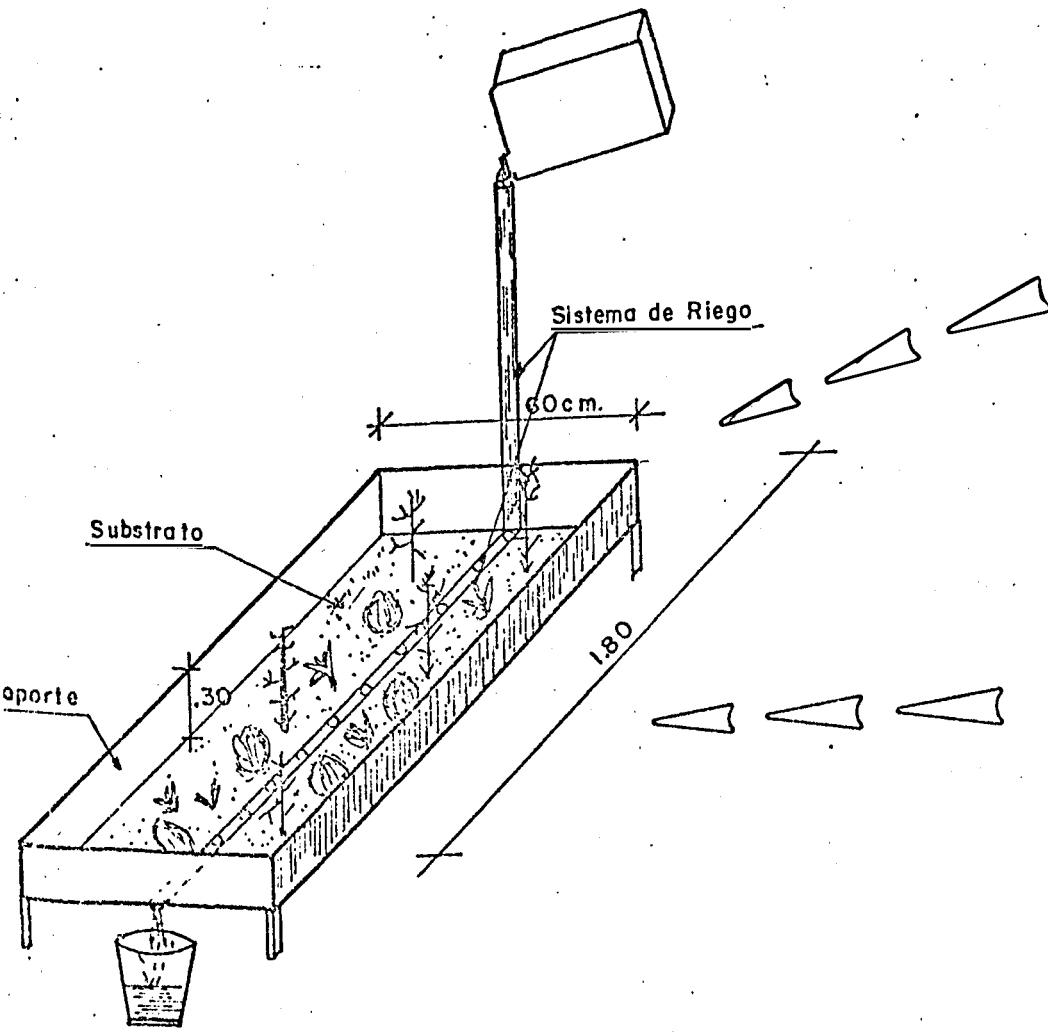
BANDEJAS DE GERMINACION



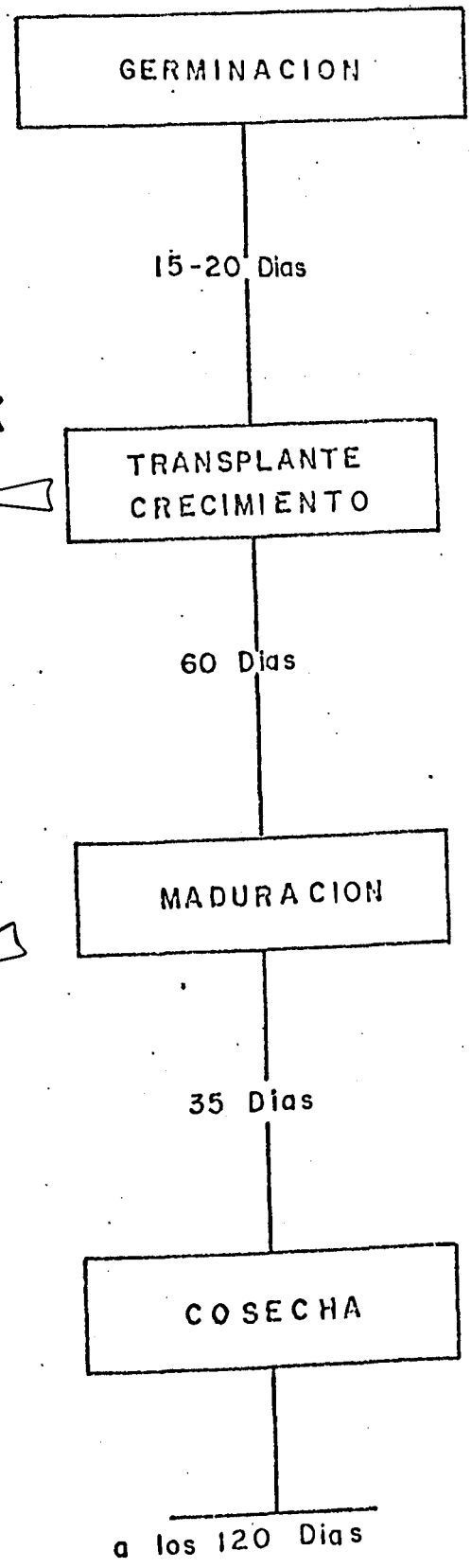
Cubos de Espuma



BANDEJA O CAMA DE SIEMBRA



ETAPAS



* El Tiempo se ha calculado de acuerdo a los datos reportados para la cosecha... es el más la...

CENTRO EXPERIMENTACION Y PROPAGACION VEGETAL

B. VIVERO TISQUESUSA C.A.R.

El Programa de Cultivos Hidropónicos incluye dentro de la Fase I fuera del trabajo a pequeña escala en el invernadero experimental del Laboratorio, un cultivo a mediana escala para la aplicación de la técnica con hortalizas. Este cultivo se llevará a cabo con más tecnificación en cuanto al sistema de riego y el soporte .

La siguiente infraestructura y material serán utilizados en el Vivero Tisquesusa :

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>
Area de 20 m ² del vivero instalado.	1
Bancada de siembra de canaleta Eternit No. 43 (5mts. x 43 mts.) en armazón	4
Sistema de riego por goteo en línea	4
Tanque suministro solución nutriente	1
Solución de macro y micronutrientes	30 lts.
Sustrato cascarilla de arroz	3 m ³
Sustrato escoria de carbón	1 m ³
Polietileno negro	5 m.
Bandejas de germinación	8
Lámina de espuma de poliuretano (1 m. x 2 m. x 3 cm.)	1
Semillas de hortalizas :	
- Tomate	1/2 lb.
- Acelga	1/2 lb.
- Lechuga	1/2 lb.

Cada especie vegetal tiene una composición propia y sustancialmente constante a lo cual corresponde una absorción diversa de los elementos minerales (Ej: las hortalizas de hojas requieren concentraciones mayores de nitrógeno mientras que las de frutos mayores concentraciones de fósforo, potasio y calcio). Debido a lo anterior, se considera oportuno realizar cultivos mixtos de manera que se aprovecha al máximo la composición de la solución nutritiva.

Se ha previsto el montaje de 4 bancadas de siembre, con una densidad de plantación de 18 plantas/m²; las siembras se realizarán intercalando las hortalizas escogidas, en su orden: bancada 1 (Lechuga - Tomate), bancada 2 (Tomate), bancada 3 (Lechuga - Tomate) y bancada 4 (Acelga - Tomate - Lechuga), con el propósito de establecer cual ofrece mejores resultados de producción y optimización del consumo de nutrientes.

Las actividades se iniciarán una vez adecuadas las bancadas de cultivo y la adaptación en cuanto a la cubierta en polietileno del invernadero seleccionado para el desarrollo del programa esté en buenas condiciones. El proceso de germinación es de un período entre 20 y 30 días, por consiguiente antes de cumplirse éste debe estar preparado el material para la fase de trasplante.

3. CONSIDERACIONES GENERALES (Agua, Nutriente, Sustrato)

Las siguientes consideraciones generales son de especial interés no solo para el desarrollo del programa en los invernaderos CAR, sino porque debe profundizarse en la implantación de programas de cultivo Hidropónico en cada lugar donde se planea llevar a cabo; por ejemplo en la cuenca del río Checua por tener esta zona unas características especiales.

Los aspectos más importantes a estudiar para la implantación de de programa son:

- Disponibilidad del recurso hídrico (volumen - calidad)
- Análisis del recurso local en cuanto a sustrato, soporte, medio de protección e implementos
- Posibilidad de distribución de materiales y nutrientes
- Aprovechamiento del producto de cosecha (consumo doméstico y/o mercadeo)

Es importante, dentro del esquema de producción agrícola de un cultivo tener en cuenta que el ahorro de agua con la técnica hidropónica es bastante, no solo gracias al suministro de soluciones nutritivas en una concentración conocida sino también por los tipos de soporte y de sustrato utilizados, así como el ambiente protegido que se elija.

En el montaje proyectado del invernadero en el Laboratorio se adecuará un modelo de recolección de aguas lluvias, como

una de las alternativas al punto referente a disponibilidad y calidad de agua con lo cual se logra las características deseables en la misma; sin embargo en los casos en que amerite se deberán utilizar sistemas artesanales de filtración.

La descripción de la técnica sugiere que se puede utilizar tanto el agua de lluvia como de pozos subterráneos o de conducción y deben tratarse las aguas que contengan partículas en suspensión y/o otras que contengan limos, arcillas o altas concentraciones de sales por cuanto éstas obstruyen los espacios libres tanto del sustrato como del tejido vegetal.

La absorción óptima de los elementos nutritivos de la solución dependen de :

- Las condiciones ambientales (temperatura, humedad e intensidad lumínica)
- La especie y variedad de las plantas a cosechar
- El nivel de desarrollo de la planta.

Los análisis químicos tanto del agua como de la solución de nutrientes así como el análisis foliar, constituyen procedimientos esenciales para obtener un manejo adecuado del cultivo e incluso una optimización de los componentes del nutriente.

Algunas concentraciones óptimas de los parámetros son conocidas y están descritas en la bibliografía consultada (ver referencias).

El seguimiento químico nutricional programado durante el desarrollo de la Fase I consiste en : análisis de muestras (análisis foliar y análisis de solución nutriente) cada 20 días para la determinación de 16 parámetros (pH, alcalinidad, dureza, calcio, Mg, conductividad, Mn, Zn, N, P205, NO3, CO3, Na, sólidos totales sólidos disuelto y CaCO3) y una muestra semanal para determinación de 6 parámetros (pH, conductividad, N, P205, K2O, Sales de Ca y Mg).

La frecuencia mínima de riego, depende de la superficie del sustrato (área y estructura), del estado de crecimiento de las plantas y de los factores climáticos; los sustratos escogidos para la Fase I tienen un alto grado de retención, debido a que son partículas relativamente pequeñas (máximo 5 mm. - cascarilla de arroz escoria de carbón), lo que sugiere utilizar 2 riegos diarios con posibilidad de reciclaje.

BENEFICIOS

En los viveros experimentales de cultivos hidropónicos a pequeña escala se medirán los beneficios con la obtención de modelos de aplicación de esta nueva tecnología agrícola y al grado de divulgación que se logre dar a la Fase I del programa.

Los rendimientos en cultivos de áreas limitadas como son los de interés en la Fase I, se describen en el siguiente cuadro, según la producción esperada.

CUADRO No. 2

Número de cosechas/año	2	3	3
Densidad de Siembra/m ²	9 Plan	1.5 Lb.	1.5 Lb.
Producción por planta	4 Lb.	1.5 Lb	1.5 Lb.
Producción por cose- cha vivero experimental (área cultivable 1.8 m x 0.60 cm x 0.25 cm).	40 Lb/cos	7 Lb/cos	7 Lb/cos
Producción por cose- cha Vivero Tisquesusa. área cultivable (4) (4.7 m x 0.50 cm. x 0.25 cm.	160 Lb/cos	23 Lb/cos	23Lb/cos

CAPITULO II

FASE II

La Fase II del programa tiene como objeto general ~~propor-~~
~~naer~~ ~~la~~ ~~experimentación~~, con procedimientos de la técnica
hidropónica durante la Fase de crecimiento de especies
forestales arbustivas.

La propagación de plantas forestales, utilizando la
hidroponía no ha sido muy utilizada; se han centrado los
estudios en lo relativo al análisis nutricional de
algunas coníferas y de cedros, por medio de las simula-
ción de estados carenciales siendo la técnica hidropónica
la metodología recomendada para ese efecto. De todas
maneras como se describe en el contenido del informe
entre los beneficios que ofrecen los cultivos hidropóni-
cos están el alto porcentaje de germinación y la mayor
velocidad durante Fase de crecimiento en condiciones
nutricionales controladas, lo que justifica una actuali-
zación frente a las técnicas tradicionales de propagación
de especies nativas.

El aporte que ofrece la hidroponía no debe restar
solamente como herramienta para estudios fisiológicos-
nutricionales de las plantas sino también como
investigación aplicada a los intereses de reforestación
de la Corporación. Por esto una experiencia como la

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
PROGRAMA DE CULTIVOS HIDROPONICOS
1.988

ACTIVIDAD	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1-RECOPIACION DE INFORMACION	XXXX	XXXX							
2-CONSECUION DE MATERIAL			XXXX	XXXX					
3-CONSTRUCCION-ADECUACION DE INVERNADEROS					XXXX	XXX			
4-GERMINACION									
HORTALIZA 1					X	XXX			
" 2						XX			
" 3						XX			
5-TRANPLANTE						XX			
6-MADURACION									
HORTALIZA 1						X	XXXX	XXXX	
" 2						X	XXXX	XXX	
" 3						X	XXXX	XXX	
7-COSECHA									
HORTALIZA 1								X	XXX
" 2								XX	
" 3								XX	

X: 7 DIAS

HOPTALIZAS:

- 1=LECHUGA
- 2=ACELGA
- 3=TOATE

PRESUPUESTO

PROGRAMA DE CULTIVOS HIDROPONICOS (1988)

- RUBRO -	INVERNADERO	VIVERO
	EXPERIMENTAL	TISQUESUSA
1-INVERNADERO	97,368.00	*
2-BANCADAS	31,460.00	28,000.00
3-SUSTRATOS	5,000.00	35,000.00
4-SEMILLAS	7,000.00	14,000.00
5-NUTRIENTES	5,000.00	114,000.00
6-SISTEMA DE RIEGO	9,500.00	12,000.00
7-EQUIPO MENOR (bandejas, lamina espuma)	12,000.00	15,000.00
8-COSTO SOMBRA (profesional, tecnico, operario, transporte.)	1,087,716.00	1,000,000.00
TOTAL	1,255,044.00	1,218,000.00

* / Costo sombra

descrita en la Fase I del programa se divulga en los viveros distribuidos en la jurisdicción como otra alternativa a la propagación vegetal y dependiendo de las metas fijadas en cada uno de ellos.

Se cuenta con una distribución de viveros por lo menos en tres pisos térmicos diferentes estructurados y con personal experimentado lo que sugiere para la Fase II :

- Divulgar la técnica hidropónica en los viveros de la CAR interesados en la propagación de especies.

- Implementar y experimentar las técnicas hidropónicas con especies frutales de clima templado (esta técnica aplicada a especies herbáceas frutales, ha tenido buenos resultados, se propone utilizarla en especies de la familia Caricáce y Cucurbitácea).

Las recomendaciones en cuanto a material requerido, puede variar según la infraestructura existente como sistemas protegidos (cubiertas o invernaderos), material para germinación, disponibilidad de riego y consecución de nutrientes, (ver pag. No.)

CAPITULO III

DEPURACION DE AGUAS A PARTIR DE LA TECNICA HIDROPONICA

FASE II.

Dentro de los sistemas de tratamiento de aguas se han utilizado macrófitas acuáticas y terrestres como biofiltros; actualmente se ha intensificado el uso de las mismas a partir de las Técnicas de Flujo Laminar (TFL), siendo ésta una de las alternativas de los cultivos hidropónicos que aporta buenos resultados en la depuración de residuos líquidos.

La TFL, se caracteriza porque las raíces de las plantas cultivadas se encuentran sobre un fondo plano, impermeable y ligeramente inclinado de los hidrocanales, a través de los canales una fina lámina de solución nutritiva fluye uniforme y unidireccionalmente (Penningsfeld y Kurz Mann, 1983).

La experimentación empleando aguas residuales como solución nutritiva constituye un incremento en la producción de biomasa, disminución de costos en cuanto a consecución de soluciones nutritivas sintéticas y a la vez aporta un excelente método de tratamiento para las aguas residuales.

Teniendo en cuenta las conclusiones y recomendaciones del informe presentado por la Subdirección Técnica sobre "IMPLICACIONES SOCIALES Y AMBIENTALES DERIVADAS DE LA CONSTRUCCION DE ACUEDUCTOS VEREDALES", las acciones inmediatas merecen profundizar sobre los tipos de disposición de aguas residuales; los programas pilotos como el que está desarrollando la División de Proyectos Especiales sobre pozos sépticos y campos de percolación, estimulan la propuesta de otra alternativa.

Conveniente entonces montar sistemas que conserven el equilibrio del ecosistema con la combinación de tratamientos mecánicos y biológicos como se plantea con la Técnica de Flujo Laminar. Se pueden manejar así los contaminantes degradables que proporcionan elementos nutritivos para el desarrollo de los organismos vivos.

La Técnica de Flujo Laminar se ha descrito como "un sistema aplicado a un modelo redactor de flujo uniforme y la cinética de la reacción es de primer orden, donde el tiempo de retención hidráulico es inversamente proporcional a la velocidad del flujo del agua y depende del sistema radicular de las especies vegetales utilizadas".

Se han montado hasta ahora plantas piloto, como en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, ubicada en la Estación de Bombeo El Salitre, otra planta montada en el Municipio de Gachalá cuyos resultados están siendo

presentados como trabajo de tesis en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional y hace tres (3) meses está en funcionamiento la planta construida en Convenio INDERENA- UNIVERSIDAD JAVERIANA, conclusiones que no han sido publicadas.

En general se constituye el sistema por la tubería de conducción de aguas residuales domésticas, tanque sedimentador y de distribución de caudal, hidrocanales, canal y tanque recolector. (Ver diseño anexo).

Las reseñas de la Empresa de Acueducto de Alcantarillado de Bogotá, reportan una remoción de DBO5 en promedio de 72% del agua residual afluyente, de 204 mg/l en el promedio de sólidos suspendidos una reducción de 212 mg/l a 52 mg/l durante muestreos de cuatro (4) meses y con aplicación de una caudal de 1.74 l/minuto en 12 horas (Fonseca 1983, Revista Acodal Octubre-Diciembre 1987 No.132).

REFERENCIAS

- Gericke, William F. The complete guide to Solifles Gardening. Prentice-Hall INC.,- New York, 1940 - 285 pg.
- Mainardi, Fausta. Los Cultivos Hidropónicos. Como se cultiva, sin tierra tierra en una solución nutritiva. Editorial de Vecchi, S.A.- Barcelona 1979.-159 pg.
- Resh, Howard M. Cultivos Hidropónicos. Nuevas Técnicas de producción. Ediciones Mundi-Prensa Madrid 1982., 287 pg.
- Carleton, Ellis y Suaney M.W. Cultivo Hidropónico de las plantas. Ediciones Interciencia - Madrid 1967, 183- 213 pg.
- Cadena Miguel E. Análisis nutricional de la especie Cordia allidora (Ruiz et Pavón Dken). Asociados a hidroponia. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Facultad de Ingeniería Forestal 1987, 289 pg. Bogotá.
- Duperly T, Felipe Interacciones entre Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el crecimiento y desarrollo de Chrysanthenum morifolium RAM. CV POLARIS en condiciones de invernadero. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Departamento de Biología. 1978.
- Centro de Estudios Comunitarios Aplicados -CECA. Cultivos Hidropónicos, tomate, Folleto Divulgativo - José Antonio Rubio 1987.

CAR- Lleras y Lleras
Ltda.

Investigación sobre biofiltros
vegetales para depuración de aguas
negras. Primer Informe 1981.

Arjona B. Beatriz

Evaluación de un Cultivo
Hidropónico de Penissetum
clandestinum Hochst (Kikuyo) como
tratamiento biológico para agua
residuales domésticas. Universidad
Nacional de Colombia. Facultad de
Ciencia 1987.

ENDA Red Colombiana
de Tecnología Apro-
piada.

Experiencias Colombianas.

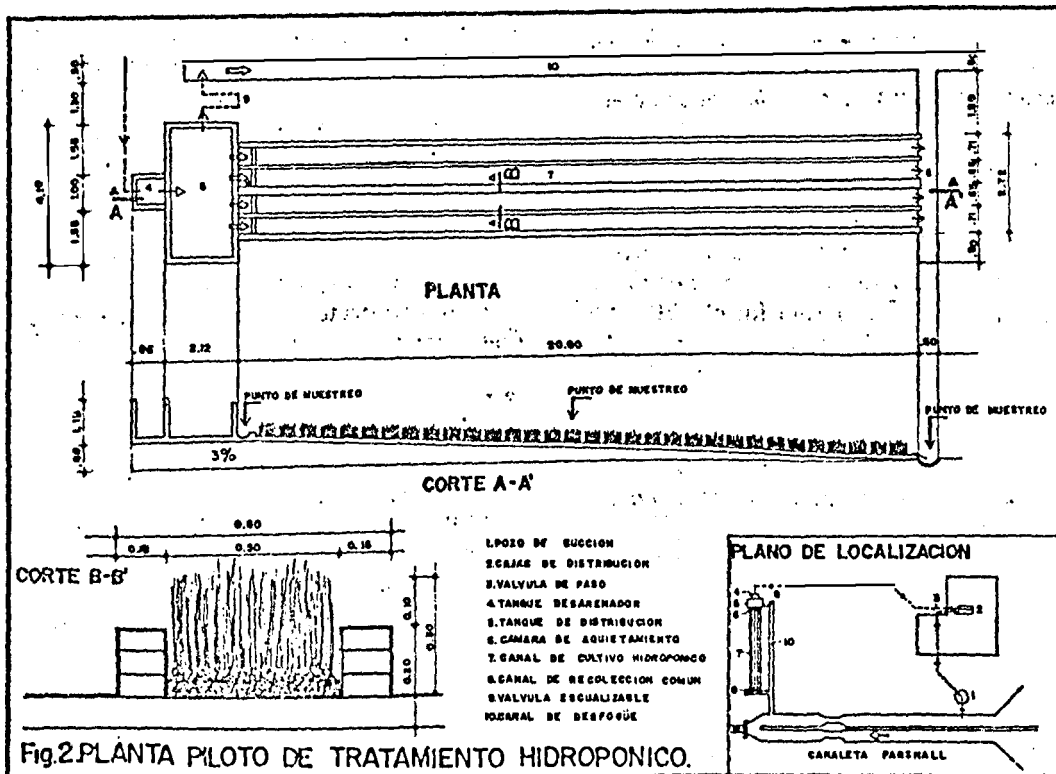
Penningsfeldt y
Kurzman P.

Cultivos Hidropónicos y en turba.
Ediciones Mundi-Prensa Segunda
Edición - Madrid. 1983. 338 pg.

Variación de algunos componentes del agua residual y reacciones ejercidas por el sistema de tratamiento TPN.

TABLA 1. Variación de algunos componentes del agua residual y remociones ejercidas por el sistema de tratamiento TPN —valores promedios de 16 muestreos—.

VARIABLE	UNIDADES	PUNTO DE MUESTREO			REMOCION POR SECCION (%)			REMOCION TOTAL (%)
		Afluente	Punto medio	Efluente	Primera	Segunda	Fracción del sistema	
Sólidos suspendidos	mg/l	212	85	52	57.19	37.00	16.25	73.44
Sólidos filtrables	mg/l	280	237	234	13.58	0.76	1.46	15.04
Sólidos totales	mg/l	492	320	285	34.53	10.35	7.21	41.75
DBO ₅ total	mg/l	204	75	53	61.85	27.24	10.57	72.42
DBO ₅ filtrada	mg/l	107	53	41	49.72	22.5	10.88	60.6
DBO ₅ no soluble	mg/l	99	20	8	79.43	56.00	11.41	90.84
DQO total	mg/l	476	219	165	53.19	22.51	12.27	65.46
Amonio	mg/lN	30.2	16.4	8.6	45.25	50.25	27.40	72.66
Nitritos	mg/lN	0.003	0.005	0.008	—	—	—	—
Ortofosfatos	mg/lP	4.08	2.39	1.56	39.43	35.38	21.03	60.46



(Tomado de Revista Acoda Octubre-Diciembre 1987 No. 132).

Centro de Documentación Ambiental



02323