



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**"EFECTO DE LA IRRIGACION CON AGUA  
CRUDA Y TRATADA DEL RIO DE LOS  
REMEDIOS EN LA PRODUCCION DE  
CULTIVOS HORTICOLAS"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A**

**ANGEL CASADO HERNANDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Q. FRIDA LEON RODRIGUEZ**



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 está 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.

## CONTENIDO

RESUMEN -----	III
INDICE DE TABLAS -----	V
INDICE DE FIGURAS -----	IX
CAPITULO I INTRODUCCION -----	1
1.1 Objetivos -----	5
1.2 Metas -----	5
CAPITULO 2 ANTECEDENTES -----	7
2.1 Características de Importancia Agrícola de las Aguas del Río de los Remedios -----	8
2.2 Tratamiento de Aguas Residuales -----	8
2.2.1 Sistema de Discos Biológicos Rotatorias -----	12
2.2.2 Descripción y Eficiencia de Tratamiento de la Planta Ubicada en el Area Experimental -----	13
2.3 Influencia de la Irrigación con Aguas Residuales en el Suelo y en los Cultivos -----	15
2.4 Características Generales de la Cebolla ( <i>Allium</i> <i>cepa</i> L.) -----	23
2.5 Características Generales de la Lechuga ( <i>Lactuca</i> <i>sativa</i> <i>L.</i> ) -----	26
2.6 Respuesta de los Cultivos Seleccionados a la Fertilización -----	29
CAPITULO 3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL -----	33
3.1 Características del Area Experimental -----	34
3.2 Diseño Experimental -----	36
3.3 Parámetros Evaluados en el Estudio -----	42

3.3.1	Procedimientos de Muestreo -----	43
3.3.2	Procedimientos de Análisis -----	44
3.4	Acondicionamiento del Area Experimental -----	50
3.5	Implementación y Mantenimiento de Parcelas- Experimentales -----	54
3.6	Monitoreo Climático -----	63
CAPITULO 4 RESULTADOS Y DISCUSION -----		64
4.1	Comportamiento del Clima Durante la Fase Experi- mental -----	65
4.2	Aguas de Riego -----	69
4.3	Suelos -----	75
4.4	Cultivos -----	78
4.4.1	Cebolla -----	80
4.4.2	Lechuga -----	91
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----		99
CAPITULO 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----		104
ANEXOS -----		110

## RESUMEN

El uso de aguas residuales en la agricultura actualmente tiene gran importancia, ya que puede liberar volúmenes considerables de agua de primer uso de la que se tiene gran demanda por parte de las ciudades en constante crecimiento.

Uno de los aspectos de interés para investigación en aguas residuales es el incremento que estas pueden ocasionar en la producción agrícola.

Dado que la irrigación con estas aguas en cultivos de consumo humano esta condicionada a un tratamiento previo, resulta de gran importancia la evaluación de su valor agrícola respecto a fertilidad tanto antes como después de que ésta ha sido tratada.

En el presente estudio fue utilizada agua residual cruda y tratada mediante el sistema discos biológicos rotatorios, irrigando los cultivos cebolla y lechuga, aplicando además para cada tipo de agua diferentes niveles de fertilización en un arreglo de parcelas divididas.

El objetivo principal fue evaluar durante un ciclo agrícola el efecto que las diferentes aguas ejercen en la producción de

los cultivos y en el suelo donde estos se establecieron.

Los resultados obtenidos indican que las aguas residuales tienen un efecto benéfico en la producción de cebolla pues, con ambas aguas, se obtienen rendimientos mayores que los logrados con agua blanca.

Fue observado un efecto sinérgico favorable al adicionar fertilizante en ambas aguas, teniéndose un incremento en la producción proporcional a la fertilización, pudiéndose reducir ésta hasta en un 66% sin que se afecte significativamente el rendimiento, en general refiriéndose exclusivamente a la producción, la mejor agua fue la cruda.

Con respecto al cultivo de lechuga en este estudio las aguas negras tuvieron un efecto adverso en su desarrollo y producción, lo que hace poco recomendable su utilización en este cultivo.

Por último, con relación al suelo, las aguas residuales tuvieron un efecto benéfico al aportar una cierta cantidad de nutrientes y no provocar efectos adversos en sus características físicas y químicas.

## INDICE DE TABLAS

TABLA	PAG.
1. Algunos resultados fisicoquímicos y porcentajes de remoción en parámetros de interés agrícola obtenidos en la planta de discos biológicos rotatorios.	9
2. Características de la reglamentación europea para la irrigación de hortalizas con aguas residuales.	20
3. Criterios e índices de clasificación del agua de riego.	21
4. Datos climáticos mensuales del área experimental.	37
5. Datos climáticos mensuales registrados en el área experimental durante el desarrollo del estudio.	66
6. Resultados de los análisis de aguas para riego.	70
7. Macronutrientes aportados al suelo con el riego de las diferentes aguas.	72

	PAG.
8. Valores de índices para la clasificación de la calidad agrícola de las aguas de riego empleadas en el estudio.	74
9. Alteración de las características fisicoquímicas -- del suelo al ser irrigado con las diferentes aguas de riego.	77
10. Medias rendimiento de cebolla	85
11. Medias velocidad de crecimiento de cebolla	87
12. Medias % de nitrógeno en cebolla antes de la segunda fertilización.	89
13. Medias % de nitrógeno en cebolla en la cosecha.	89
14. Medias rendimiento de lechuga.	94
15. Medias velocidad de crecimiento de lechuga.	95
16. Medias % de nitrógeno en lechuga antes de la segunda fertilización.	96
17. Medias % de nitrógeno en lechuga en la cosecha.	96



	PAG.
18. Medias peso promedio de lechugas.	97
19. Medias % de plantas de lechuga cosechadas	98
A-1 Lista cronológica de operaciones agrícolas para el cultivo de cebolla.	111
A-2 Lista cronológica de operaciones agrícolas para el cultivo de lechuga.	113
A-3 Características generales de los plaguicidas- empleados en el estudio.	115
A-4 Cebolla: dosis de fertilización aplicada por - subparcela ajustada a los macronutrientes dis- ponibles en el suelo.	117
A-5 Lechuga: dosis de fertilización aplicada por subparcela ajustada a los macronutrientes dis- ponibles en el suelo.	118
A-6 Análisis de varianza, rendimiento de cebolla.	119
A-7 Análisis de varianza, velocidad de crecimiento de cebolla.	119
A-8 Análisis de varianza, nitrógeno total en cebo- lla antes de la 2a. fertilización.	120

A-9	Análisis de varianza, nitrógeno total en cebolla en la cosecha.	120
A-10	Análisis de varianza, rendimiento de lechuga.	121
A-11	Análisis de varianza, velocidad de crecimiento de lechuga	121
A-12	Análisis de varianza, nitrógeno total en lechuga antes de la 2a. fertilización.	122
A-13	Análisis de varianza, nitrógeno total en lechuga en la cosecha.	122
A-14	Análisis de varianza, peso promedio de plantas de lechuga cosechadas.	123
A-15	Análisis de varianza % de plantas de lechuga cosechadas.	123

## INDICE DE FIGURAS

FIG.	PAG.
1. Geometría del modelo de tratabilidad a base de discos biológicos.	14
2. Localización del área experimental.	35
3. Temperaturas mensuales (media, máxima y mínima) en el área experimental.	38
4. Precipitación y evaporación mensual en el área experimental.	39
5. Levantamiento topográfico del terreno disponible para las parcelas experimentales.	51
6. Distribución de áreas de lagunas de almacenamiento y parcelas.	52
7. Temperaturas mensuales media máxima y mínima registradas durante la fase experimental.	67
8. Precipitación y evaporación mensual registradas durante la fase experimental.	68
9. Rendimiento de cebolla en función del agua de riego y dosis de fertilización.	85

	PAG.
10. Rendimiento de cebolla en función de la dosis de fertilización.	86
11. Velocidad de crecimiento de cebolla en función del agua de riego y dosis de fertilización.	87
12. Velocidad de crecimiento en cebolla en función de la dosis de fertilización.	88
13. % de nitrógeno en cebolla antes de la segunda fertilización y en la cosecha en función del agua de riego y dosis de fertilización.	89
14. % de nitrógeno en cebollas en función de la dosis de fertilización.	90
15. Rendimiento de lechuga en función del agua de riego y dosis de fertilización.	94
16. Velocidad de crecimiento de lechuga en función del agua de riego y dosis de fertilización.	95
17. % de nitrógeno en lechuga antes de la 2a. fertilización y en la cosecha en función del agua de riego y dosis de fertilización.	96
18. Peso promedio de lechuga en función del agua de riego y dosis de fertilización.	97

19. % de plantas de lechuga cosechadas en función del  
agua de riego y dosis de fertilización.

**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCION**

Uno de los problemas relacionados con la conservación del equilibrio de la naturaleza y planteado por los ecologistas es el referente a la utilización de las aguas residuales que la actual sociedad de consumo produce cada vez en mayores cantidades.

El empleo de las aguas residuales para fines agrícolas presenta un gran interés ya que puede traer varios beneficios tales como:

- Incremento del área de cultivo.
- Fomento de la producción agropecuaria.
- Aumento del valor de los predios al pasarlos de la categoría de temporal a riego.

El uso de este tipo de aguas en la agricultura, es una actividad que data de muchos años, pues antes de la era cristiana ya se utilizaban en algunas ciudades griegas. (33)

Hasta fines del siglo pasado, el riego con aguas residuales se efectuó de manera no planificada, pero al aumentar el tamaño de las ciudades y realizarse aplicaciones de grandes volúmenes, se detectaron los riesgos que implica el uso de aguas residuales crudas, por ello se empezó a plantear que el empleo de esta agua debía ser de una manera controlada, pues había que tomar en --

cuenta el impacto ambiental que acarrearía. (34)

Lo anterior trae como consecuencia que actualmente, en muchos países incluyendo a México, el uso agrícola de las aguas residuales está condicionando a un tratamiento previo a su aplicación, especialmente cuando se irrigan cultivos de consumo humano. (35)

Dentro de este contexto, en México se han iniciado ya desde hace varios años, estudios orientados hacia una evaluación del tratamiento de aguas residuales por métodos sencillos y de bajo costo para su aprovechamiento en la agricultura.

Las aguas residuales al pasar por un proceso de tratamiento sufren cambios importantes en su composición, por lo que es necesario, evaluar hasta que grado, desde el punto de vista agrícola, es favorable su tratamiento.

En el presente trabajo fue utilizada para riego agrícola -- agua residual cruda y tratada, proveniente del Rfo de los Remedios.

Las aguas de dicho rfo, son de tipo industrial, municipal y de escorrentía, que corresponden a la zona de Naucalpan, Edo. de Méx.



El área experimental, se localizó en un terreno sobre el --  
bordo de la margen derecha del Río de los Remedios, a la altura  
de la estación hidrométrica Molino Blanco en el municipio de --  
Naucaipan, Edo. de Méx.

La ubicación del área en este sitio, obedece a que se cuen-  
ta con terreno disponible para la implementación de parcelas ex  
perimentales, además de que ahí se localiza una planta de trata-  
miento de discos biológicos rotatorios, lo que hace factible el  
abastecimiento de agua tratada para el estudio.

Dentro de lo que se refiere a selección de cultivos, se to-  
maron en cuenta los siguientes parámetros:

- El tiempo de realización del estudio fue condicionado a -  
un año y medio, esto implica que los cultivos seleccionados de-  
bían ser de ciclo anual.

- El bien conocido que los factores como temperatura, preci-  
pitación y fotoperíodo, influyen de manera determinante el desa-  
rrollo de cultivos, razón por la cual los cultivos selecciona--  
dos debían estar acorde con las condiciones prevalecientes en -  
el área y época de estudio.

- Los cultivos deben tener poca susceptibilidad a la salini-  
dad y al boro que generalmente se presentan en cantidades altas

en las aguas residuales.

- El empleo de aguas residuales en diversos cultivos incluyendo los de consumo humano directo es necesario para evaluar - su uso potencial y sus implicaciones.

Con base a lo mencionado anteriormente fueron seleccionados los cultivos cebolla y lechuga.

### 1.1 OBJETIVOS

Evaluar de manera experimental durante un ciclo agrícola - los efectos del riego con agua cruda y tratada del Río de los - Remedios, en la producción de dos cultivos hortícolas (cebolla - y lechuga).

Analizar estadísticamente el efecto ejercido por las aguas - crudas y tratadas en la producción de cultivos hortícolas.

Evaluar el efecto en las características del suelo ocasionado por el riego agrícola con aguas residuales crudas y tratadas.

### 1.2. METAS

- Acondicionar el área para la experimentación.

- Elaborar un diseño experimental acorde a los objetivos --  
planteados.

- Seleccionar las variables de interés útiles para la inter-  
pretación de resultados.

- Caracterizar los suelos y aguas con base a análisis periódicos.

- Dar mantenimiento de manera integrada a las parcelas.

**CAPITULO 2**  
**ANTECEDENTES**

## 2.1. CARACTERÍSTICAS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA DE LAS AGUAS DEL RÍO DE LOS REMEDIOS.

El Río de los Remedios, recibe en su recorrido, aguas residuales municipales, industriales y de escurrimiento del área de Naucalpan-Alce Blanco, hasta el sitio donde se encuentra la estación hidrométrica Molino Blanco. La cantidad de agua que lleva el río es la proveniente de 203.1 Km<sup>2</sup> de área de la cuenca del Valle de México, el gasto promedio de este río en dicho punto de 1950-1975 fue de 2.4 m<sup>3</sup>/seg. Los resultados de los análisis físicoquímicos efectuados en 1980-81 reportan altas concentraciones de materia orgánica y nutrientes posiblemente debido a la influencia industrial. (31)

El río está considerado como fuente potencial de abastecimiento de aguas tratadas para la zona de Naucalpan-Alce Blanco, susceptibles de utilizarse para la agricultura, industria o el municipio.

En la tabla 1 se especifican las principales características de interés agrícola de las aguas del río.

## 2.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Existen varios medios para remover contaminantes de aguas residuales como son:

TABLA 1

ALGUNOS RESULTADOS FISICOQUIMICOS Y PORCENTAJES DE REMOCION EN-  
PARAMETROS DE INTERES AGRICOLA OBTENIDOS EN LA PLANTA DE DISCOS  
BIOLOGICOS ROTATORIOS (31)

PARAMETRO:	INFLUENTE GENERAL	EFLUENTE GENERAL	% DE REMOCION.
C.E. micro mhos/cm.	669	656	2
pH Unidades	7.49	7.59	N.A.a
N-NO <sub>3</sub> mg/l	0.140	0.634	22.5
N-NH <sub>3</sub> mg/l	21.68	18.12	16
PO <sub>4</sub> Tot. mg/l	7.701	4.710	39
PO <sub>4</sub> Orto mg/l	0.181	0.126	30
Sólidos Tot. mg/l	628.6	453.41	28
Grasas y Aceites mg/l	51.7	19.69	62

a) No es aplicable

b) Nitrificación remoción negativa.

## FISICOS

Son tratamientos en los cuales predomina la aplicación de -- fuerzas físicas y se conocen como unidades de operación e incluyen: cribado, mezclado, floculación, sedimentación, filtración-- en vacío, secado y transferencia de calor.

## QUIMICOS

En este tratamiento se van a tener diferentes tipos de procesos como: reacciones dinámicas, precipitación química, transferencia de gas, absorción, desinfección y combustión.

## BIOLOGICOS

En el tratamiento biológico de aguas residuales los objetivos son coagular o disolver los sólidos coloidales no fijables, estabilizar la materia orgánica y reducir la cantidad de nu-- trientes como el nitrógeno y fósforo ya que estos normalmente - estimulan el desarrollo de malezas acuáticas.

Solo mediante control ambiental propio el agua residual puede ser tratada biológicamente, lo anterior puede lograrse por - selección cuidadosa de la forma de introducir el agua a las unidades de tratamiento o por dilución del agua a través de la recirculación de una porción del efluente de tratamiento.

Los procesos biológicos de tratamiento generalmente son clasificados por la dependencia de oxígeno de los microorganismos primarios responsables del tratamiento, así en procesos aeróbicos la estabilización es acompañada por microorganismos aeróbicos y facultativos; como ejemplos se tienen lodos activados, filtros rociadores y lagunas de estabilización aeróbica, en este último proceso el oxígeno puede ser abastecido mecánicamente o en forma natural. En el caso de procesos anaeróbicos se presentan organismos facultativos y anaeróbicos, estos tratamientos incluyen la descomposición de la materia orgánica o inorgánica en ausencia de oxígeno molecular y su mayor aplicación esta en la digestión de lodos residuales concentrados.

Otra clasificación puede efectuarse con base a la localización de los microorganismos, así se tiene: fijos a una pared; - como en el caso de filtros percoladores, discos biológicos rotatorios y columnas empacadas, ó suspendidos en el agua residual; como en lodos activados, zanjas de oxidación, lagunas aeradas y lagunas convencionales (aeróbicas, anaeróbicas y facultativas.)

Los organismos comunmente encontrados en el tratamiento biológico de aguas residuales, son rotíferas, crustáceos, musgos, helechos, semillas de plantas, algas, protozoarios, hongos y -- bacterias. (19)



### 2.2.1 SISTEMA DE DISCOS BIOLÓGICOS ROTATORIOS.

El origen del sistema data del año de 1900 en Alemania,--- donde Weigand comenzo a experimentar con cilindros de madera.

En la década de los 50's investigadores de la Universidad de Stuttgart RFA, Experimentaron con discos planos de plástico de 1.5 m. de diámetro, obteniéndose resultados satisfactorios.

En 1959 en Tuttlingen, Alemania Oriental se manufacturaron discos de poliestireno de 2 y 3m. de  $\emptyset$ , instalandose la primera planta de tratamiento en 1960; aunque los costos de procesos eran muy elevados comparados con el sistema de lodos activados, se construyeron plantas pequeñas para poblaciones con menos de 1000 habitantes.

En U.S.A. de 1960-65 se incremento la tecnología hacia el desarrollo del proceso, por lo que se logra mayor competitividad comparada con el proceso de lodos activados. (31)

En México, solo existen dos plantas de este tipo, una instalada en Ciudad Universitaria y la del presente experimento.

2.2.2.- DESCRIPCIÓN Y EFICIENCIA DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA --  
UBICADA EN EL AREA EXPERIMENTAL.

LA UNIDAD DE TRATAMIENTO ESTA DIVIDIDA EN 4 ZONAS (Ver. Fig. 1)

- a) Zona biológica ó de rotor.
- b) Zona de sedimentación primaria
- c) Zona principal de lodos
- d) Zona de sedimentación secundaria

El agua cruda entra a la unidad a través de una tubería en la zona de sedimentación primaria, los sólidos más pesados sedimentan en la zona principal de lodos, los sólidos más ligeros, en suspensión, pasan a la zona biológica ó de rotor, la cual se divide en 4 compartimientos y la dirección del flujo es alternándose de un lado a otro. Al empezar los discos de rotar a través del agua de desecho y la atmosfera alternativamente, la película biológica se forma y el trabajo de depuración comienza disco a disco hasta que el agua pasa a la zona final de sedimentación donde cualquier sólido remanente sedimenta.

El flujo a través de la planta es por gravedad, por lo que no es necesario utilizar bombas, y la única parte en movimiento son los discos puestos en movimiento por un pequeño motor eléctrico, los cuales pueden rotar a 9.5 y 3.5 R.P.M. aunque se ha-

Fig. 1

### GEOMETRIA DEL MODELO DE TRATABILIDAD A BASE DE DISCOS BIOLÓGICOS

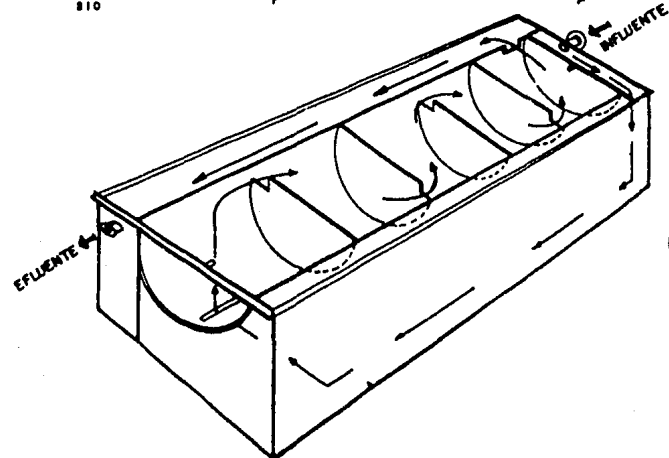
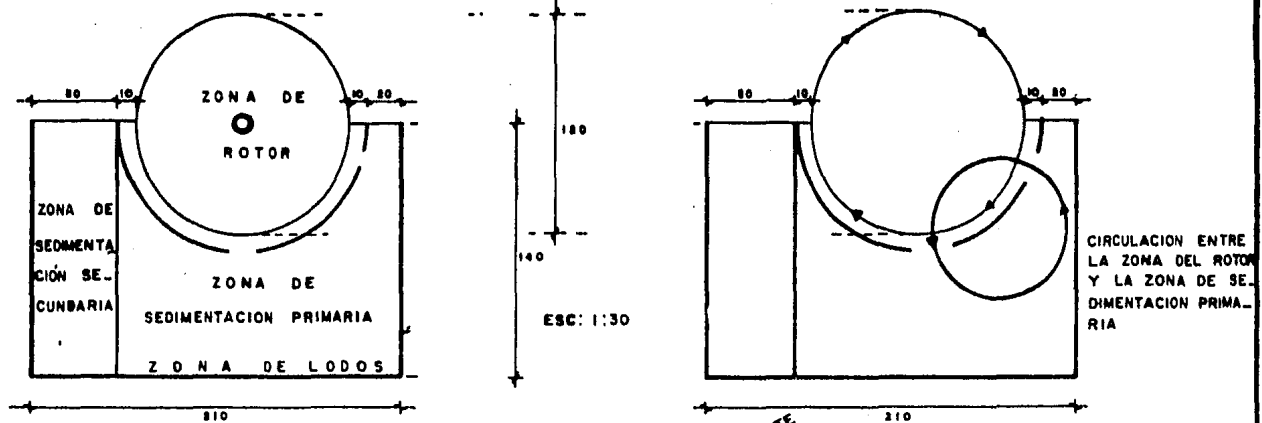


DIAGRAMA DE FLUJOS

NOTA: Todas las acotaciones estan en centímetros

demostrado que la velocidad óptima es 9.5 R.P.M. (31)

La capacidad de operación del sistema es de 0.5 l/seg. en - la tabla 1 puede observarse que se remueve una buena proporción de los contaminantes indeseables en las aguas negras.

### 2.3 INFLUENCIA DE LA IRRIGACION CON AGUAS RESIDUALES, EN EL SUELO Y EN LOS CULTIVOS.

#### SUELOS.

El riego con aguas residuales origina en el suelo una serie de alteraciones que en ciertos casos pueden ser benéficas - ya que muchos componentes del agua pueden mejorar la fertilidad del suelo cuando se trata de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg; - etc...

La calidad agrícola del suelo, puede también ser mejorada - respecto al contenido de materia orgánica, pues se ha comprobado en algunos campos de Woodland California que el suelo originalmente de mala calidad, para la agricultura por su alta alcalinidad, y su casi nula permeabilidad, no permitía el riego con agua normal; sin embargo mediante el riego con aguas residuales se consiguió mejorar su calidad.

La aplicación de aguas residuales puede generar un aumento-

en el contenido de sales y metales pesados, lo que esta en función del contenido de estos elementos en el agua, así como del tipo de suelo y frecuencia de aplicación, lo anterior se ha observado en algunas experiencias europeas, pero esto después de muchas décadas de aplicación.

El drenaje del suelo es un factor fundamental para la aplicación de aguas residuales y depende principalmente de la textura del suelo.

Los suelos de textura fina y pesada, como los arcillosos - generalmente no poseen buen drenaje, pues el alto contenido de arcilla hace que los horizontes del suelo sean casi impermeables y, por lo tanto, que retenga el agua mayor tiempo: en este caso el riego con aguas residuales ha de ser muy cuidadoso, para no exceder aplicaciones y evitar encharcamientos prolongados. (33)

Los suelos arenosos se caracterizan por su buena capacidad de drenaje lo que los convierte en aptos para el riego con -- aguas residuales, ya que el buen drenaje hace que retengan los líquidos poco tiempo.

Otro factor a tomar en cuenta para la irrigación con aguas residuales son las características químicas del suelo como: la salinidad, el pH y el contenido de nutrientes principalmente,-

pues en explotaciones comerciales es necesaria la operación con eficiencia. Para tener un desarrollo óptimo de cultivos, debe también tomarse en cuenta el riesgo de sodización ya que por ejemplo; en zonas áridas donde la evaporación es mucho mayor que la precipitación, las sales se acumulan en todos aquellos suelos no sometidos a lavados frecuentes apareciendo problemas de permeabilidad si la relación de absorción de sodio (RAS) es mayor que 8.

Cuando la conductividad eléctrica (C.E.) es elevada (mayor a 4000 micromhos / cm.), el pH adverso y el RAS excesivo el suelo sera básico-salino y condicional el riego con aguas residuales.

En la Universidad Park (U.S.A.) se efectuó la caracterización y evolución del contenido de elementos en un suelo franco arenoso y en otro franco limoso, irrigados con aguas residuales tratadas biologicamente y cultivando en ellos algunas especies forestales; con una aplicación semanal de 25 mm. se observó en ambos suelos que el fósforo, boro, sodio y el calcio aumentaron en los horizontes superficiales mientras que el potasio disminuyó en todos los horizontes. (33)

Juárez (citado por de Dios) (5) menciona que con un contenido de sólidos mayor a 5000 p.p.m. no deben emplearse aguas residuales para riego, pues hay efectos adversos en la estruc-

tura del suelo, provocados por el relleno de los intersticios del mismo, condicionando además el movimiento de oxígeno.

Ríos y Aceves (1979) citados por Arevalo, (1) mencionan que la situación en el distrito de riego 03 en México no es tan alarmante, porque debido a la aplicación excesiva de aguas en cada riego (láminas altas), son lavados del suelo los elementos tóxicos existentes, evitándose su acumulación en la capa arable.

Clark et. al (citado por de Dios,) (5), señalan que los sólidos suspendidos en el agua de riego, obstruyen los poros del suelo y cubren la superficie de la tierra, lo que limita la capacidad de infiltración.

Actualmente la MRWPCA\* en Berkeley, California, está realizando un estudio sobre el empleo de aguas residuales tratadas para la agricultura y al 4o. año de experimentación, se ha observado que el RAS para las aguas tratadas fluctúa de 7 a 12, lo que se considera ya dañino, la concentración de sólidos disueltos totales fueron mayores a 1900 mg./l. lo que es indeseable; por otro lado el aporte de nutrientes por las aguas residuales fue muy bueno, tanto como 5 veces el aportado por aguas de riego convencionales. (8, 9, 10).

---

(\*) Monterey Regional Water Pollution Control Agency.

## CULTIVOS

Las aguas residuales al contener gran cantidad de nutrientes pueden considerarse aptas para el riego agrícola, aunque -- su uso esta condicionado por los efectos adversos de contaminantes en los cultivos, no obstante, su empleo es común; por ejemplo en España se efectúan riegos con aguas crudas en áreas forestales y en huertos familiares.

Desde el punto de vista estrictamente sanitario, se dice -- que las aguas aplicadas al suelo deben estar bien oxidadas y de sinfectadas, pero esto generalmente no se cumple por la imposibilidad material y económica.

El riego agrícola con aguas residuales esta condicionado; - en la tabla 2 se ilustran características de la reglamentación europea respecto al uso en hortalizas de las aguas residuales urbanas.



TABLA 2

CARACTERISTICAS DE LA REGLAMENTACION EUROPEA PARA LA IRRIGACION DE HORTALIZAS CON AGUAS RESIDUALES (33)

EFLUENTE	TIPO DE RIEGO	NORMAL
GENERAL	ASPERSION	PROHIBIDO
	OTRO METODO	PROHIBIDO
AGUAS RESIDUALES CRUDAS.	ASPERSION	PROHIBIDO
	RIEGO DE INVIERNO	PERMITIDO
AGUAS RESIDUALES QUE HAN SUFRIDO SEDIMENTACION.	ASPERSION	PROHIBIDO
	SURCOS	PERMITIDO *
AGUAS RESIDUALES CON TRATAMIENTO BIOLÓGICO PREVIO	APLICACION DIRECTA	PERMITIDO **
	ASPERSION	PROHIBIDO

\*) Productos no consumidos en crudo.

\*\*\*) Suspender el riego dos semanas antes de la cosecha.

En los Estados Unidos, las normas son más estrictas ya que los cultivos de consumo humano, no deben irrigarse con aguas residuales, con excepción de los estados de Virginia y California - donde se prohíbe solamente cuando los cultivos se consumen en crudo.

En el caso de México, se trató de seguir la normalización - norteamericana, pero esta no se lleva a efecto. Las investiga-

ciones relativas al uso de aguas residuales, son pocas. En general, se consideran tres criterios para juzgar la conveniencia o limitación del uso del agua para riego agrícola, cada uno de los cuales posee diferentes índices cuantitativos (tabla 3).

TABLA 3

CRITERIOS E ÍNDICES DE CLASIFICACION DEL AGUA DE RIEGO (35)

1.- Contenido de sales solubles	Conductividad eléctrica	C.E.
	Salinidad efectiva	S.E.
	Salinidad potencial	S.P.
2.- Efecto probable -- del sodio sobre -- las características físicas del suelo.	Relación de adsorción - de sodio.	RAS.
	Carbonato de sodio residual.	CSR.
3.- Contenido de elementos tóxicos para -- las plantas.	Boro	B
	Cloruros	CL

De Dios (5) usando aguas negras y varios niveles de fertilización, concluye que la dosis óptima para maíz forrajero es - - substancialmente más baja que la recomendada cuando el cultivo se irriga con aguas blancas, debido al contenido de nitrógeno - y fósforo en aguas residuales.

Juárez, 1971 (citado por Arévalo) (1) experimentando con -- frijol y lechuga, concluye que el frijol es altamente sensible al boro, no así la lechuga, que toleró hasta 15 p.p.m. en la so lución del suelo.

Fernández et. al, 1977, (citados por Arévalo) (1) explican que la reacción de plantas cultivadas con exceso de sales solubles en el sustrato, es la limitación del crecimiento, debido - a la reducción del potencial osmótico consecuente a la disminución del potencial hídrico del medio, así como el incremento de la concentración de iones que causan salinización hasta niveles tóxicos.

Arévalo (1) experimentado con plantas de vid, concluye que el agua negra afecta negativamente el desarrollo de la vid y -- aunque puede favorecer el crecimiento vegetativo, esto no impli ca que el producto obtenido sea de buena calidad.

Como puede observarse, la información respecto a los cultivos es pobre y aunado a ello excepto el trabajo realizado por -

de Dios, todos los demas se han efectuado en invernadero, lo que en ocasiones difiere mucho de los resultados obtenidos en campo.

Un trabajo realmente interesante es el que actualmente realiza la M.R.W.P.C.A. ya mencionado anteriormente, pues han experimentado con cultivos tales como: alcachofa, brocoli, apio y lechuga, irrigados con aguas tratadas y a dosis de fertilización 0/3, 1/3, 2/3 y 3/3 de la normalmente recomendada; en general han obtenido rendimientos mayores con las aguas tratadas respecto al agua convencional y la producción aumenta con la dosis de fertilización excepto para la lechuga y coliflor que alcanzan una dosis óptima a diferentes niveles de fertilización menores que el total probado. (8, 9, 10).

#### 2.4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CEBOLLA (*ALLIUM CEPA* L.)

Es una planta bianual originaria del centro occidente de Asia, pertenece a la familia Liliaceae.

Requiere de climas templados, es una planta de día intermedio, resistente al frío, el crecimiento de plantas se ve reducido drásticamente al disminuir la cantidad de luz; respecto a la intensidad de luz, cuando ésta se reduce, las hojas acumulan mayor peso respecto a las raíces y bulbos; mientras la intensidad de luz sea suficiente para la supervivencia de la planta, el bulbo crece y; en general el desarrollo de este, empieza solo bajo

condiciones de día largo.

Cabe señalar que cuando la planta alcanza la madurez comercial, se hace insensible al fotoperíodo.

En el caso de la temperatura; esta influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas pues además de que altera la duración del ciclo de crecimiento, afecta el peso seco en varias partes de la planta e induce cambios en el total del contenido de azúcar soluble de los diversos órganos, el mayor peso fresco se obtiene a temperaturas medias de 15°C. (2)

La cebolla requiere de suelos francos bien preparados con un pH que puede variar de 6 a 6.5; es una planta tolerante a la salinidad del suelo (3-5 milimhos), y al boro en el agua de riego (1-2 p.p.m.)

Son diversas las variedades sembradas en México, entre las más importantes se encuentran: Eclipse L-303, Cojumatlán, Rojadel País, Santa Cruz y White Granel, para estas variedades el ciclo de cultivo dependiendo de la región y del propósito, fluctúa entre 90 y 180 días.

La cebolla puede ser sembrada por trasplante o por siembra directa; la densidad de siembra para trasplante es de 1.5 Kg. de semilla/ha, mientras que para siembra directa varía de 4 a 6

Kg./ha, el sistema de plantación puede ser a hilera sencilla - (50 cm. entre surcos, 10 cm. entre planta) ó a doble hilera (92 cm. entre surcos, 15 cm. entre hilera, 10 cm. entre plantas).

Los riegos son variables y deben ser suspendidos de 20 a 25 días antes de la recolección.

Respecto a la fertilización para obtener una alta producción (40 ton./ha) se requiere la formula 200-120-150, tomando el criterio de cantidades medias extraídas; la fórmula anterior debe ser ajustada a la cantidad de nutrientes existentes en el suelo. (6)

El control de maleza puede ser mecánico ó químico utilizando en este último, productos como Trifluralina ó Fluazifopbutyl.

#### PRINCIPALES PLAGAS DE INSECTOS.

GUSANO SOLDADO	-	SPODOPTERA EXIGUA
TRIPS	-	THRIPS TABACI

Estas plagas pueden ser controladas con productos como Methomyl y Azínfhos metílico.

## PLAGAS POR MICROORGANISMOS (ENFERMEDADES)

## HONGOS:

MANCHA PURPURA	-	ALTERNARIA PORRI
CENCILLA VELLOSA	-	PERONOSPORA DESTRUCTOR
BOTRITIS	-	BOTRITIS SP.

## BACTERIAS:

PUDRICION SUAVE DEL BULBO	ERWINIA CAROTOVORA
---------------------------	--------------------

Para el control de los hongos mencionados, puede usarse -- Mancozeb, Triforine, Metalaxyl; para la bacteria ha de emplearse algún antibiótico como Streptomycina y/o Terramicina.

La cosecha se efectúa cuando las hojas empiezan a amaril- - llar o con base en la consistencia del tallo, ya que si este es blando; el cultivo puede ya cosecharse; para sacar los bulbos- se usa azadón ó arado de vertedera, puede cortarse el follaje- y las cebollas se colocan en un lugar fresco bien ventilado.

## 2.5 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA LECHUGA (LACTUCA-SATIVA L.)

Es una planta anual ó bianual originaria de Asia Menor, - pertenece a la familia Compositae.

Uno de los factores primordiales en la producción de lechuga es la formación del cogollo de la misma. La emisión del ór-

gano mencionado, es un proceso relacionado con la morfogénesis de las hojas, lo que es notablemente influenciado por la luz, ya que a menor intensidad se da una menor formación del cogollo.

El efecto de la temperatura también es evidente y a la vez muy dependiente de la intensidad de luz, así, un efecto adverso por parte de una temperatura baja, puede evadirse si la intensidad de luz es baja por lo que el efecto de la intensidad de luz es más notable en el ancho que en el largo de la hoja.

Es importante señalar que la formación del cogollo, depende de un buen balance del nitrógeno disponible en el suelo, -- pues una deficiencia ó un exceso del mismo, inhibe la formación de la parte mencionada. (3)

La lechuga se desarrolla en suelos francos de textura media, ricos en materia orgánica, bien drenados, con un pH de -- 6.8 a 7.4, es importante señalar que a un pH de 5 el rendimiento llega a bajar hasta un 6.5%, la lechuga es una planta tolerante a salinidad del suelo (3-5 mmhos), también es tolerante al boro en agua de riego (3-5 p.p.m.)

En México se siembran las siguientes variedades comerciales: Arrepolladas: Climax, Grandes Lagos (407, R-200, 907, 428)



De Oreja, Parris Island cos, Eiffel Towers cos.

De Corte, Black Seeded, Común de cortar.

La lechuga se siembra por trasplante y por siembra directa, la distancia recomendada entre surcos es de 92 cm. a doble hilera y 75 cm. a hilera sencilla, en ambos casos la distancia entre plantas es de 30 cm, para siembra directa se utiliza de 1.5 a 2 kg. de semilla/ha., para trasplante solo se usa de 0.3 a 0.4 kg. Según el desarrollo del cultivo debe aporcarse después de cada riego cuya frecuencia depende del tipo de suelo, procurando que siempre exista buena humedad en el mismo.

Con relación a la fertilización:

Se recomienda la dosis 100-75-75 para una producción media de 25 ton/ha, la fórmula anterior debe ajustarse a nutrientes existentes en el suelo ya que esta dada con base a cantidades medias extraídas. (6)

El control de maleza puede ser mecánico o químico (Trifluralina ó Fluazifop-butyl).

Las plagas de insectos que comunmente atacan al cultivo son:

GUSANO SOLDADO	- SPODOPTERA EXIQUA
FALSO MEDIDOR	- TRICHOPLUSIA NI
MOSQUITA BLANCA	- BEMISIA TABACI
PULGON	- MYZUS PERSICAE

El control se efectúa con productos como Methamidophos, Methomyl, Carbaryl, Dimetoato, Ometoato.

Las plagas por microorganismos más frecuentes son:

MILDIU VELLOSO	- BREMIA LACTUCAE
MANCHA DE LA HOJA	- SEPTORIA LACTUCAE

Para su control puede usarse Mancozeb ó Metalaxyl.

La cosecha se efectúa cuando el cogollo tiene una dureza aceptable 60-100 días después de la siembra, las plantas se extraen manualmente y normalmente son amarradas, ya sea previo ó en el momento de la cosecha con el fin de proteger las hojas tiernas, el producto debe ser rápidamente comercializado.

## 2.6. RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LA FERTILIZACION.

La probabilidad de obtener respuesta a la fertilización, es inversamente proporcional al contenido de nutrientes en el sue-

lo; así, a un bajo contenido de nutrientes la respuesta será notable, mientras que a contenidos altos la respuesta es errática, incluso puede ser negativa.

La dosificación de fertilizantes depende principalmente de :

- Estado de fertilidad del suelo en relación a nutrientes-
- Tipo de planta a cultivar.

A continuación se mencionan algunos estudios relativos a fertilización para cultivos de lechuga y cebolla.

Huereca; (14) estudiando la respuesta del cultivo de cebolla a 3 dosis de nitrógeno (0, 60, 120 Kg./Ha.), así como diversas fuentes de fertilización para este nutriente, concluye que la cebolla ha de fertilizarse, pues obtuvo significancia estadística de los tratamientos respecto al testigo, aunque no hay diferencia entre las dosis 60 y 120 Kg./ha. Respecto a la fuente de nitrógeno, no encuentra diferencia significativa.

Ortiz; (23) utilizando diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, concluye que hay un efecto ocasionado por la aplicación de materia orgánica en el desarrollo vegetativo de la cebolla a partir de la dosis 40 Ton./ha., además, -

esta es necesaria para que el fósforo tenga efecto en la planta; reporta también que hay efecto del nitrógeno en el desarrollo, a partir de la dosis 75 kg./ha.

Rojas; (27) estudiando en cebolla diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, concluye que no hay efecto en el rendimiento por parte de la fertilización, y que el contenido de materia orgánica alto, afecta negativamente el agua disponible para la planta.

Peñuelos; (24) estudiando diferentes dosis de nitrógeno y materia orgánica en cebolla, concluye que para tener respuesta al fertilizante, es necesario que exista materia orgánica abundante en el suelo; también menciona que la dosis que incrementa el rendimiento es 50 Kg. N + 40 Ton. de materia orgánica/ha.

Srivastaba y Murthy; citados por Peñuelos, (24) concuerdan que no existe respuesta de la cebolla a aplicaciones de potasio.

Hernández citado por Peñuelos, (24) menciona que la cebolla absorbe la mayor cantidad de nitrógeno del suelo 50 a 60 días después del trasplante.

Wallace; citado por Peñuelos, (24) establece que los síntomas por deficiencia de macronutrientes en cebolla son:

Crecimiento lento y debil, follaje pálido-verdoso y muerte de la punta de las hojas.

Moreno (21) probando diferentes dosis de fertilización nitrogenada en lechuga, reporta que no existe diferencia significativa a los tratamientos, no obstante el mejor rendimiento lo obtiene con la fórmula 80-60-00.

Anstett (12) menciona como síntomas de una alimentación inadecuada de macroelementos en lechuga, los siguientes:

CARENCIA O ABONADO INSUFICIENTE      EXCESO O ABONADO EXCESIVO

- |   |   |
|---|---|
| - No se forma cogollo                   | - No se forma cogollo                                 |
| - Porte levantado                       | - Porte aplanado                                      |
| - Hoja pequeña                          | - Hoja pequeña  |
| - Color verde-amarillo de hoja          | - Color verde oscuro de hoja                          |
| - Las hojas viejas amarillean y mueren. | - Las hojas quedan señaladas con necrosis marginales. |

**CAPITULO 3**  
**METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

### 3.1. CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL

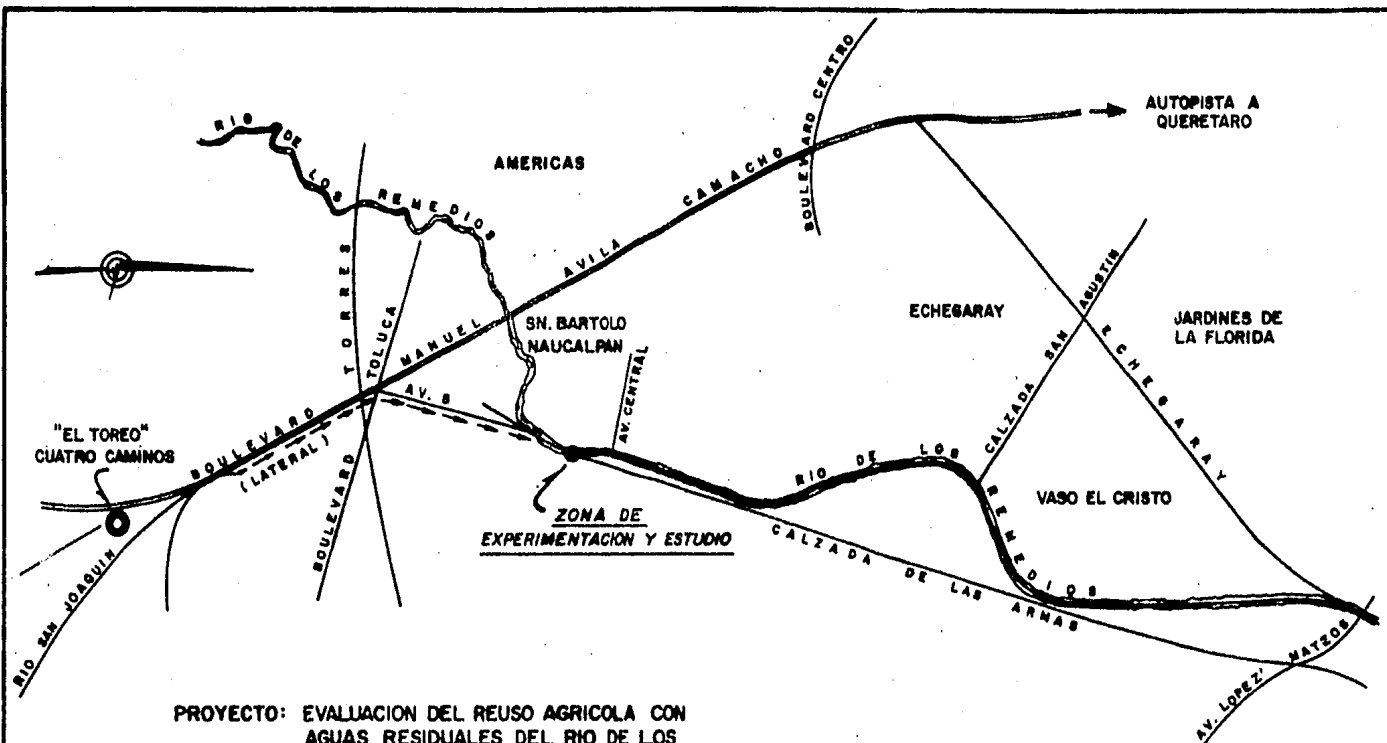
El área de estudio se ubica en la región conocida como Valle de México, la cual se localiza en la parte sur de la Altiplanicie Mexicana, es una cuenca natural cerrada que fue abierta artificialmente por medio del túnel de Tequisquiac, que recoge las aguas del valle y descarga en el Río Tula.

El sitio experimental se localiza a los  $19^{\circ}28'5''$  latitud norte, a los  $99^{\circ}13'27''$  longitud oeste, con una altitud de 2400 m.s.n.m. como puede verse en la fig. 2, el área de estudio esta ubicada en una parte del bordo de la margen derecha del Río de los Remedios, antes de que éste desemboque en el vaso de regulación "El Cristo".

Por su situación al sur del paralelo  $20^{\circ}N$ . al área se encuentra astronómicamente dentro de la zona tropical, pero por efecto de la altitud presenta características de un clima templado.

La variación anual de la temperatura por efecto de la altitud es baja y va de  $5-7^{\circ}C$ .

El clima del lugar es  $c(W_1) (W) B(i)$ , esto es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una constante P/T entre 43.2 y 55, tiene un porcentaje de lluvia invernal menor que el 5% -



PROYECTO: EVALUACION DEL REUSO AGRICOLA CON  
 AGUAS RESIDUALES DEL RIO DE LOS  
 REMEDIOS ESTADO DE MEXICO.  
 ERAARRR SARH - FIUNAM

0 200 1000  
 m e t r o s

FIG 2. LOCALIZACION DE LA ZONA DE EXPERIMENTACION Y ESTUDIO



de la total anual, se tiene un verano fresco y largo, con una temperatura media anual, entre 12 y 18°C., una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y una temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C., se presenta poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5 y 7°C). (11)

Los principales datos climáticos se muestran en la tabla 4. y figuras 3 y 4.

El suelo del área se considera "artificial", pues se formó con material procedente de la excavación realizada para formar el borde del Río de los Remedios; se trata de un suelo franco arenoso con buen drenaje, tiene un bajo contenido de nutrientes y materia orgánica, un pH de 6.8 y; respecto a salinidad, sodicidad y contenido de boro se considera en general normal (para mayor detalle acerca de sus características puede verse la tabla 9).

### 3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado para cada uno de los cultivos estudiados, fue parcelas divididas; este diseño es frecuentemente empleado en experimentos factoriales en los que ya sea la naturaleza del material experimental o las operaciones contempladas, dificultan el manejo de las combinaciones de factores en forma individual.

TABLA 4

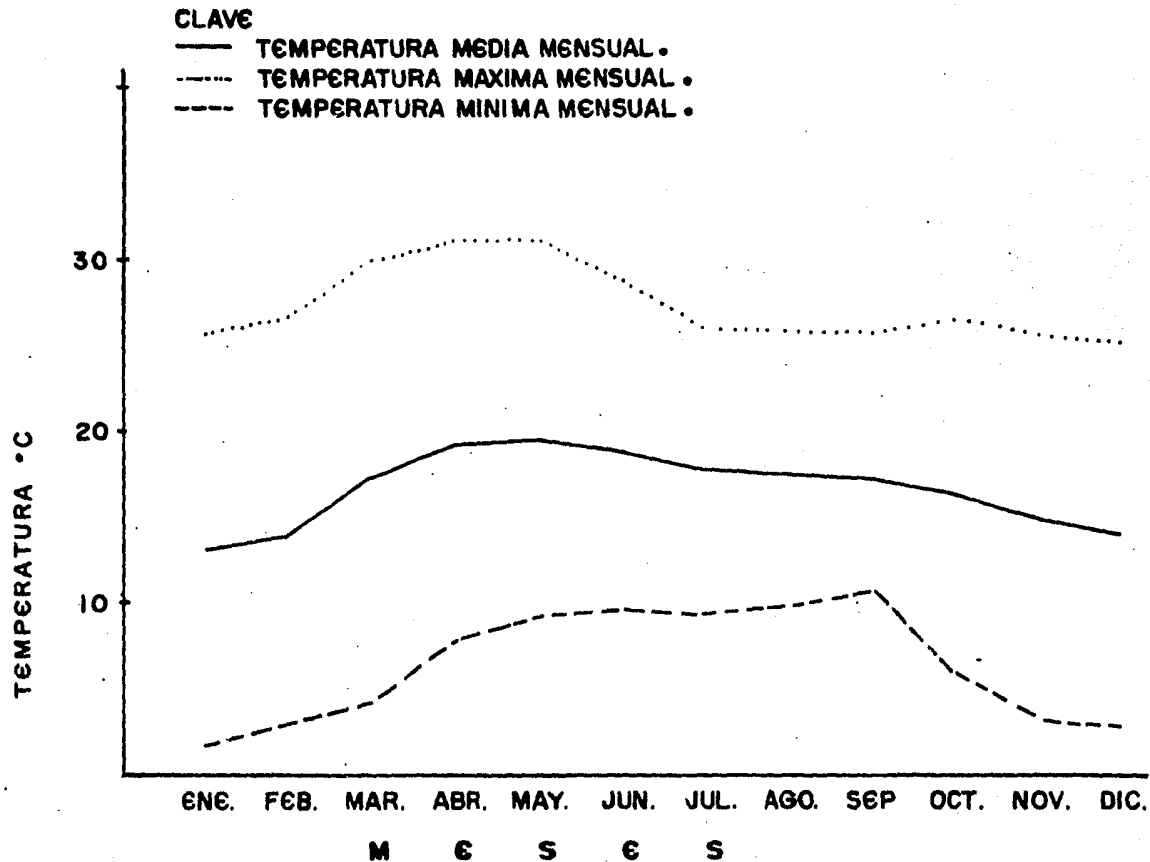
DATOS CLIMATOLOGICOS MENSUALES DEL AREA EXPERIMENTAL\* (28)

PARAMETRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL**
TEM MEDIA °C	13.3	13.9	17.4	19.3	19.4	18.7	17.6	17.5	17.2	16.4	14.9	14.1	16.6
TEM. MAX. °C	25.6	26.6	29.9	31.1	31.0	28.7	26.1	25.9	25.8	26.4	25.5	25.1	27.10
TEM. MIN. °C	1.6	2.7	4.3	7.9	9.2	9.6	9.4	9.7	7.4	5.9	3.4	3.0	6.19
PRECIPITACION mm	11.6	14.6	11.6	25.1	50.0	146.2	209.9	159.4	141.5	77.6	5.1	13.85	866.62
EVAPORACION mm.	110.8	129.3	200.2	203.4	173.5	153.4	121.2	130.6	119.6	121.1	105.6	96.1	1665.8

\* Promedio de 1974 a 1984.

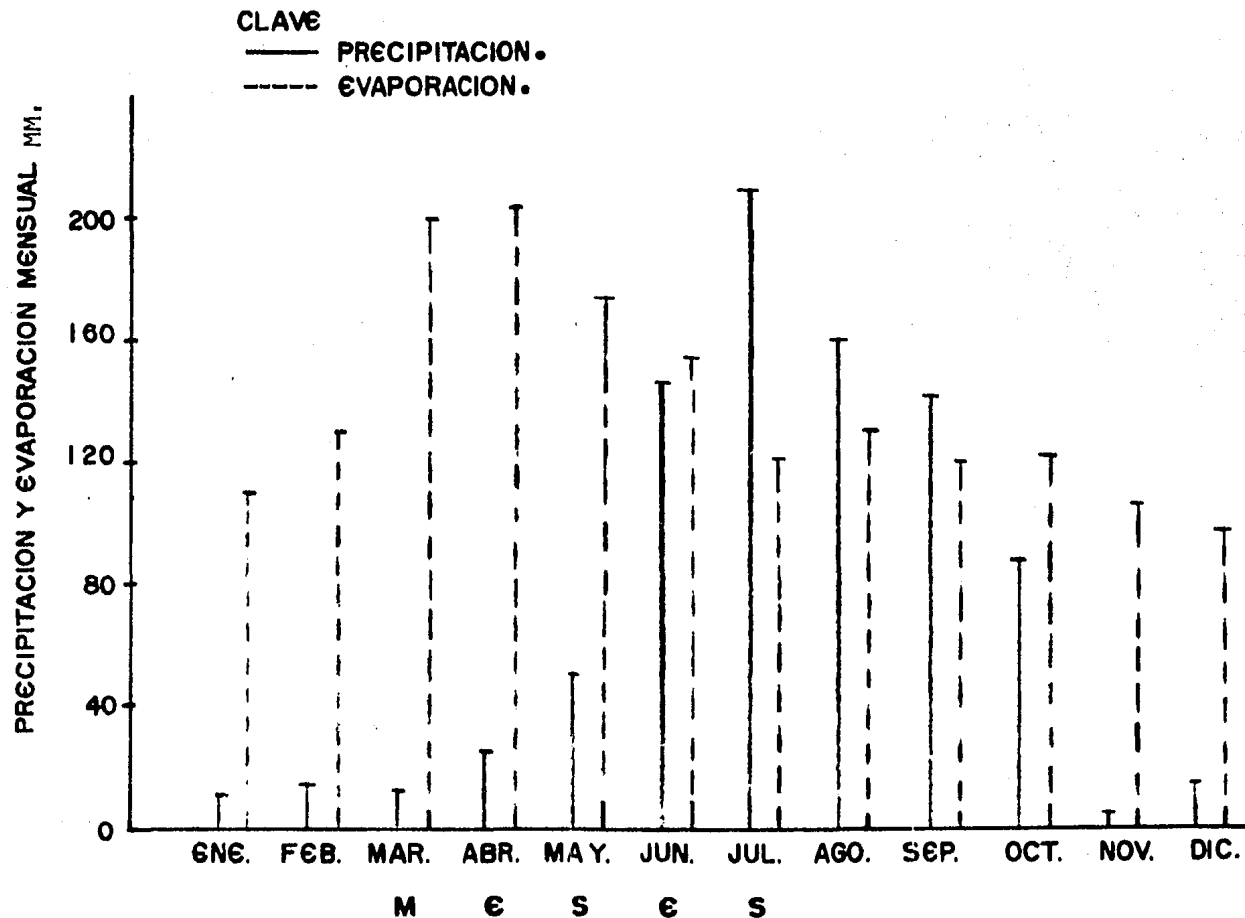
\*\* Para temperatura media, máxima y mínima, se reporta el promedio anual, para evaporación y precipitación el total anual.

FIG. 3 TEMPERATURAS MENSUALES (MEDIA, MAXIMA Y MINIMA) EN EL AREA EXPERIMENTAL \* (23)



\* PROMEDIOS DE 1974 A 1984 .

FIG. 4 PRECIPITACION Y EVAPORACION MENSUAL EN EL AREA EXPERIMENTAL \* (23)



\* PROMEDIOS DE 1974 A 1984.

El diseño básico de parcelas divididas, involucra la asignación de tratamientos de un factor a parcelas principales, dispuestas en un diseño completamente aleatorio, los tratamientos del segundo factor, se asignan a subparcelas dentro de cada parcela principal. (16)

En el caso del presente experimento los factores a estudiar fueron: agua de riego y dosis de fertilización; hubo tres tipos de agua de riego: blanca (potable), cruda (agua negra tal y como va por el Río de los Remedios) y tratada (agua residual del Río de los Remedios, que ha sido tratada por el sistema discos-biológicos rotatorios); y cuatro niveles de fertilización para nitrógeno y fósforo: 3/3, 2/3, 1/3 y 0/3 del total recomendado para cada uno de los cultivos.

Es importante señalar que el objetivo planteado en el presente trabajo no es obtener la dosis óptima de fertilización para los cultivos evaluados. Los diferentes niveles de fertilización fueron aplicados como un apoyo para fundamentar el efecto del agua del Río de los Remedios (cruda y tratada) en lo que respecta a fertilidad.

Acorde con el diseño experimental, los tipos de agua fueron asignados al azar a cada una de las parcelas principales en ambos bloques, los tratamientos de fertilizante fueron asignados al azar en las subparcelas de cada parcela principal.

El diseño de parcelas divididas, sacrifica la precisión en la estimación de los efectos promedio de los tratamientos asignados a las parcelas principales, no obstante, aumenta la precisión para comparar los efectos promedio de los tratamientos - asignados a subparcelas, así como interacciones entre tratamientos. (16)

La elección del diseño fue en función de los factores a estudiar, pues en el caso del factor riego, se economizan instalaciones como tuberías y zanjas de distribución, además se ahorra tiempo de operación para riegos y no hay peligro, de aplicar mal los tratamientos.

Por limitaciones del terreno, solo se tuvieron dos bloques o repeticiones.

Las dimensiones de parcela total y útil para parcela pequeña o subparcelas fueron:

PARA PARCELA TOTAL		
	CEBOLLA	LECHUGA
LARGO	4.25 m.	4.25 m.
ANCHO	2.25 m.	2.25 m.
PARA PARCELA UTIL		
	CEBOLLA	LECHUGA
LARGO	3.6 m.	3.6 m.
ANCHO	1.85 m.	1.65 m.

### 3.3. PARAMETROS EVALUADOS EN EL ESTUDIO

Con base a los objetivos del estudio, para el caso del efecto del riego en la producción de cultivos, los parámetros evaluados en cebolla y lechuga, fueron:

#### RENDIMIENTO

Se determino extrapolar los kilogramos obtenidos por parcela útil a Tons./ha.

#### VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Este factor se evaluó mediante lecturas semejantes de altura de planta, iniciándose en ambos cultivos después del trasplante; el procedimiento fue el siguiente: Se tomaba la altura de un número de plantas (10 para cebolla, 5 para lechuga) de cada subparcela las cuales se promediaban dando un crecimiento semanal, que a su vez se promedió, dando la velocidad de crecimiento global final.

#### NITROGENO EN PLANTAS

Fueron efectuadas dos determinaciones, una antes de la segunda fertilización y otra en la cosecha con el fin de observar la cantidad de este nutriente en relación a los tratamientos.

Para el cultivo de lechuga en la cosecha se determinó además el peso promedio de plantas y el porcentaje (%) de plantas cosechadas, pues como se menciona en el capítulo anterior, el crecimiento y formación de la parte comestible en esta planta se ve muy influenciada por la cantidad de nitrógeno presente en el suelo, además; la planta es comercializada por pieza generalmente, por lo que el tamaño unitario es determinante.

En lo que se refiere al efecto del factor agua en el suelo, se realizó un análisis de suelos antes de la siembra y otro después de la cosecha\* para cada tipo de agua de riego empleada, los parámetros de análisis se mencionan en el apartado de métodos de análisis para suelos.

Con el fin de dar una explicación del efecto del factor riego tanto en cultivos, como en suelos, fueron analizados los tres tipos de agua durante cada riego, los parámetros analizados se mencionan en el apartado de métodos analíticos para aguas.

### 3.3.1. PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

El muestreo de plantas se realizó, utilizando guantes de hu

---

\*) Previo a la fertilización, se realizó además un análisis para determinación de NPK exclusivamente, tomándose dos muestras por parcela principal.



le y bolsas de plástico, así como alcohol para desinfectar los guantes después de que se terminaba de muestrear cada subparcela; las plantas se tomaron de dos surcos de la parcela útil y fueron obtenidas con base a dígitos aleatorios dando un sentido de numeración a las plantas.

Las muestras de suelo fueron tomadas a una profundidad de 0 a 30 cm. para cada uno de los tipos de agua eligiéndose un lugar representativo para tomar la muestra.

Las muestras de agua se tomaron inmediatamente después de concluido el riego, en cada uno de los depósitos de agua; obteniéndose muestras compuestas, de las cuales; se tomaron submuestras para los diversos parámetros analizados.

### 3.3.2. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS.

Los métodos de análisis fueron divididos dentro de tres categorías acorde al tipo de muestra a estudiar:

- Muestras de tejidos vegetales
- Muestras de suelo
- Muestras de agua de riego

Es muy importante señalar que los extractos de suelo fueron manejados como muestras acuosas, por lo que los métodos para su-

análisis, son similares a los de aguas en algunos parámetros.

## PLANTAS

En estas muestras solo se determinó nitrógeno total (N) mediante la digestión con ácido sulfúrico y sulfato de amonio, -- convirtiendo el nitrógeno orgánico a nitrógeno amoniacal éste -- último es cuantificado por destilación en ácido bórico titulando con ácido sulfúrico.

## SUELOS

Los parámetros analizados en suelos y los métodos analíticos para su realización se indican a continuación:

Contenido de materia orgánica (M.O.). Las muestras previamente secadas en una estufa son enfriadas en un desecador, pesadas y quemadas en un horno hermético a 550°C, las muestras son enfriadas y pesadas nuevamente, el contenido de materia volátil, se reporta como un porcentaje del contenido original.

Nitrógeno total (N. Total). Las muestras son digeridas con ácido sulfúrico y fosfato de potasio convirtiendo el nitrógeno orgánico a sulfato de amonio. El amonio es destilado de una solución alcalina y absorbido en ácido bórico.

Nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3^+$ ). Las muestras son amortiguadas con una solución buffer de borato y destilado dentro de una solución de ácido bórico, el amonio es determinado titulando -- con ácido sulfúrico.

Nitrógeno como nitrato ( $N-NO_3^-$ ). En una muestra de extracto de saturación se determinan los nitratos colorimétricamente formando el complejo de brucina.

Fosfatos ( $PO_4^{3-}$ ). Las muestras son extractadas con bicarbonatos de Sodio 0.5 M, el fosfato es determinado por el método -- colorimétrico ácido ascorbico-molibdato de amonio.

Textura. Las muestras son dispersadas usando una solución de hexametáfosfato de sodio y transferido como una suspensión a un recipiente con un hidrómetro. Las alícuotas son tomadas con una pipeta a una profundidad constante determinándose el peso, -- la distribución de los tamaños de partículas puede ser calculado usando ecuaciones derivadas de la Ley de Stoke.

Calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K), son de terminados en el extracto de saturación del suelo y analizados -- por espectroscopia de absorción atómica.

Potencial Hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (E.C.) -- carbonatos ( $CO_3$ ), bicarbonados ( $HCO_3$ ), cloruros (Cl). Las mues

tras son secadas al aire y mezcladas con agua destilada hasta alcanzar una condición de saturación. La pasta es reposada para equilibrarla y es mezclada antes para la determinación del pH, la pasta es filtrada en vacío y el filtrado (extracto) es analizado como una muestra acuosa para los parámetros restantes.

Sulfatos ( $SO_4^{=}$ ). Las muestras son extractadas con acetato de calcio y el sulfato precipitado como sulfato de bario es cuantificado turbidimétricamente.

Boro (B). Las muestras son hervidas en agua desionizada por cinco minutos, filtradas, la determinación del boro es por el método "curcumino".

Respecto al análisis de aguas, los parámetros cuantificados con su respectivo método fueron:

- Boro (B). El método curcumino fue el utilizado para la determinación de este elemento pues es el único con el que pueden obtenerse resultados con una exactitud de 0.10 a 10 mg/l.

- Carbonato ( $CO_3^{=}$ ), Bicarbonato ( $HCO_3^{-}$ ). Son determinados por el cálculo de los resultados de una prueba standard de alcalinidad y alcalinidad a la fenoftaleína.

Calcio ( $Ca^{++}$ ), Magnesio ( $Mg^{++}$ ), Potasio ( $K^{+}$ ), Sodio ( $Na^{+}$ ).-

Al tiempo de análisis una alícuota de muestra previamente acidificada con ácido nítrico, es transferida a un recipiente, adicionando una cantidad equivalente al 5% por volúmen de la alícuota de ácido clorhídrico concentrado, se enfría y se afora al volúmen final, las muestras son analizadas por espectroscopía de absorción atómica acorde a los requerimientos de cada elemento.

- Conductividad eléctrica (C.E.). La medición es efectuada con un medidor de conductividad y una celda de platino, el medidor de conductividad es standardizado diariamente con una solución de cloruro de potasio.

- Cloruro ( $\text{Cl}^-$ ). Una muestra acidificada es titulada con nitrato de mercurio en presencia de azul de bromofenol-difenil-carbazone utilizado como indicador; el punto final de la titulación ocurre con la formación de un complejo mercurio-difenil---carbazone.

- Sólidos Totales (ST). Una muestra bien mezclada es evaporada y secada a peso constante entre 105 y 180°C. después es enfriada y pesada.

- Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). El ion Sulfato es precipitado en un medio de ácido clorhídrico con cloruro de bario, de manera que se formen cristales de sulfato de bario de un tamaño uniforme. La suspensión de sulfato de bario es medida con un fotómetro de --

transmisión y la concentración de ion sulfato es determinada -- comparando con una curva standard.

- Nitrógeno como nitrato ( $N-NO_3^-$ ). El sulfato de brucina se combina con el nitrato para formar un complejo amarillo que absorbe luz a 410 nm.

- Nitrógeno Amoniacal ( $N-NH_3^+$ ). Es determinado por destilación en un matraz con ácido bórico y titulando con ácido sulfúrico; si la concentración de amonio es baja, se utiliza un método colorimétrico.

- Nitrógeno Total (N Total). Es determinado por conversión del nitrógeno orgánico a amoniacal cuantificandose este -- último como ya se ha mencionado.

- Potencial Hidrógeno (pH). Es medido utilizando el método electrométrico.

- Fosfato Total ( $PO_4^{3-}$  Total). Las muestras son digeridas con ácido sulfúrico y persulfato de amonio para liberar el fósforo insoluble; el fosfato es determinado por el método colorimétrico con ácido vanadomolibdofosforico.

### 3.4. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA EXPERIMENTAL.

El área experimental originalmente estuvo cubierta de malezas y con una topografía muy variada por lo cual fue necesario realizar una delimitación y nivelación general.

Se realizó un levantamiento planialtimétrico para obtener un plano de la topografía general, conocer el área total disponible y con base a ello, delimitar las áreas para parcelas y depósitos de agua de riego así como determinar cortes y rellenos durante la nivelación.

Los aparatos empleados fueron tránsito y nivel así como materiales de apoyo (estacas, pintura, clavos, cinta, fichas, - - etc.)

Se trazaron líneas de apoyo a lo largo del terreno, haciendo lecturas transversales, con lo que se obtuvo una cuadrícula del terreno, así como los detalles (cerca, árboles, caseta de - - vigilancia, etc.

Para realizar la nivelación se tomaron las lecturas en cada punto de la cuadrícula, referidas a un banco de nivel.

El plano obtenido se muestra en la Fig. 5, partiendo del -- plano fue efectuada la delimitación de las zonas de parcelas, - lagunas de almacenamiento y de servicio.

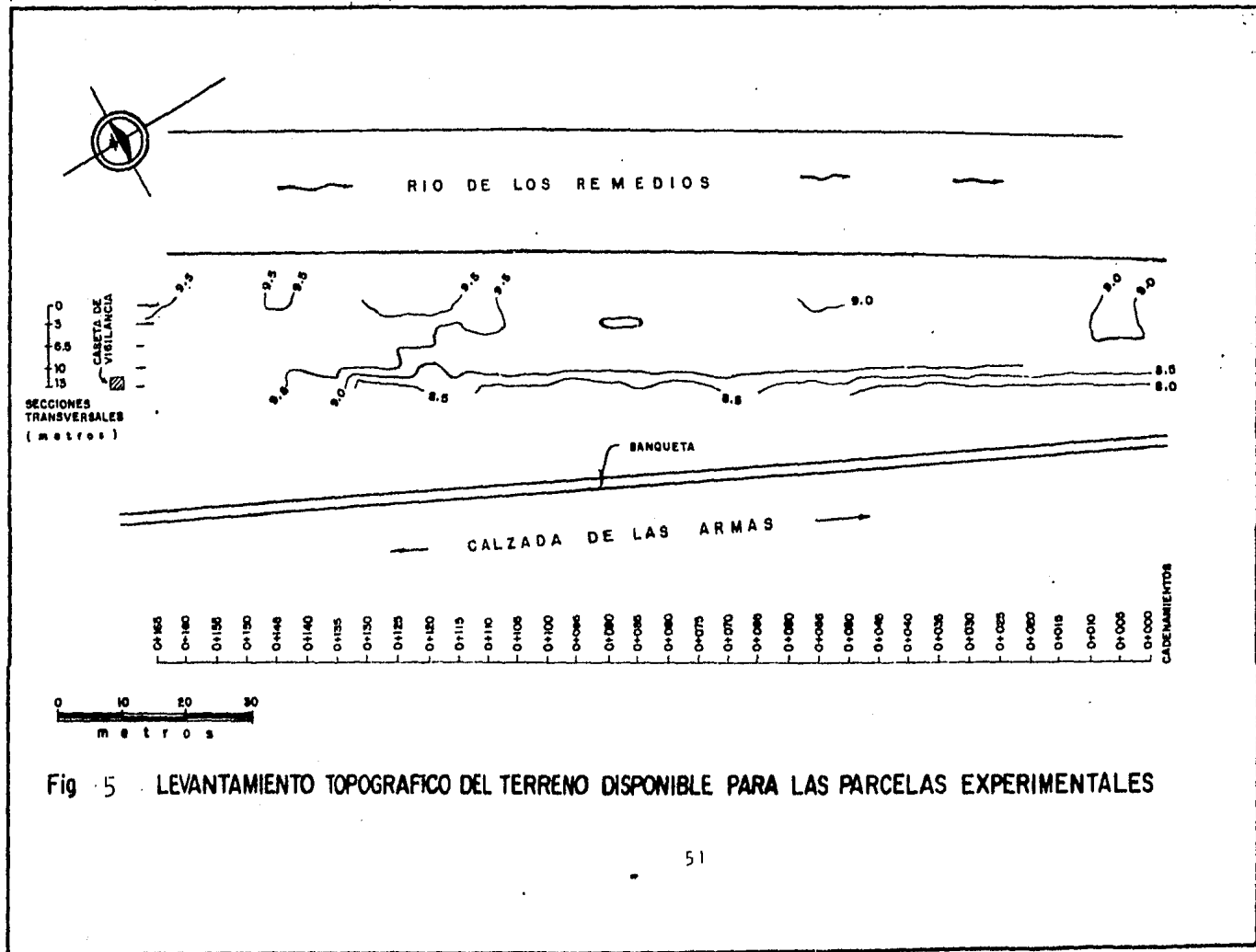


Fig 5 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TERRENO DISPONIBLE PARA LAS PARCELAS EXPERIMENTALES



0  
5  
10  
15  
20  
RECCIONES  
TRANSVERSALES

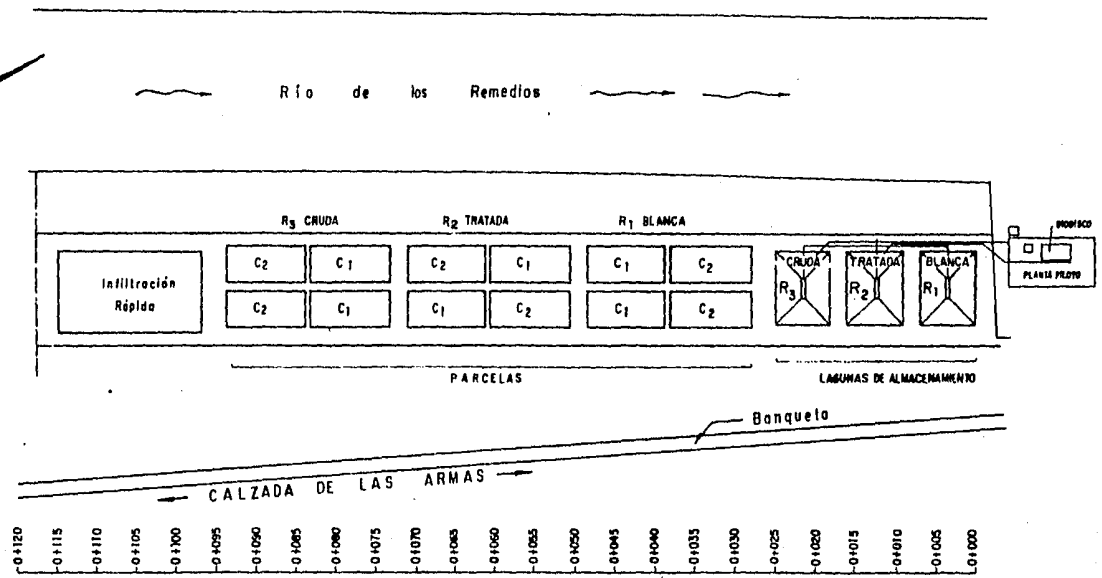


Fig 6 DISTRIBUCION DE AREAS DE LAGUNAS DE ALMACENAMIENTO Y PARCELAS

En la Fig. 6, se puede observar la ubicación de los tres depósitos de almacenamiento para agua de riego (blanca, tratada y cruda) así como el área de parcelas experimentales.

El área disponible como puede verse en la Fig. 5, poseía una pendiente constante de sur a norte, por lo que se efectuó una nivelación por secciones, ya que de darse una sola cota se tendría que mover volúmenes considerables de material; así se dio una cota para parcelas y una para lagunas de almacenamiento, la delimitación de esta área se efectuó con tránsito.

Para la nivelación física fue utilizado un traseco indicándose las cortes y rellenos con un nivel tipo americano; previo a la nivelación, fue arrancada la maleza y retirada la fracción orgánica del suelo; la maleza se utilizó como material de relleno y la fracción orgánica del suelo se amontonó en un costado para su posterior incorporación a las parcelas.

Con base a que el gasto obtenido en la planta de tratamiento (0.5 l/seg.) no resultaba suficiente para realizar los riegos el mismo día en las parcelas experimentales, se justificó la construcción de depósitos a los cuales se les diseñó de tal forma que podían ser utilizados en otras investigaciones como lagunas de oxidación para tratamiento de aguas residuales, los depósitos tuvieron una capacidad de 36 m<sup>3</sup>.

La construcción de los depósitos fue iniciada mediante una excavación burda utilizando una retroexcavadora tratando de dar forma al depósito; posteriormente se realizó la terminación en forma manual, compactando perfectamente el suelo, después las excavaciones fueron revestidas con una capa de 8 cm. de concreto para evitar fugas de agua y por último fueron cubiertas con una membrana de polietileno para evitar corrosión por parte de los contaminantes en el concreto.

### 3.5. IMPLEMENTACION Y MANTENIMIENTO DE PARCELAS EXPERIMENTALES

Como una segunda etapa del trabajo de campo realizado en el área experimental, fue efectuada propiamente la fase experimental del estudio, siendo esto lo más laborioso, pues a fin de tener buenos resultados, se efectuaron las labores como riegos, lecturas, muestreo, análisis, etc. de manera sistemática tratando de llevar el trabajo en forma integrada.

Partiendo del área total disponible, fueron determinadas las dimensiones de parcelas experimentales mencionado antes.

El trazo definitivo de bloques, parcelas y subparcelas, fue realizado utilizando tránsito y cinta dándose las cuadraturas por medio del teorema de Pitágoras.

Teniéndose ya las parcelas delimitadas fue efectuada una ni

velación final para cada parcela, dándose una cota inferior a la original, pues de éste modo fue posible tener bordos (de 10-cm. de altura) delimitando cada una de las parcelas grandes - - (factor riego) evitando así, la posible contaminación al momento del riego entre tratamientos, las cotas fueron obtenidas con nivel de manguera.

Como se usaron tres tipos de agua en el estudio; cruda, tratada y blanca; el agua negra del Rfo de los Remedios fue bombeada a un tinaco elevado de donde se distribuía tanto a la planta de tratamiento como al depósito para aguas negras crudas.

El efluente general de la planta de tratamiento se tubificó al depósito para agua tratada y por último el agua blanca utilizada, fue suministrada por una pipa de la S.A.R.H.

Cabe señalar que para algunos riegos el agua utilizada fue agua de lluvia almacenada mezclada con agua potable.

De los depósitos de almacenamiento las aguas se bombeaban hacia los canales ubicados entre las parcelas para de ahí, por medio de sifones introducir el agua a los surcos de cada una de las parcelas; es importante señalar que una sola bomba suministraba los tres tipos de agua, por lo que los ramales de la tubería y la bomba misma eran purgados cada vez que se utilizaba diferente tipo de agua, para evitar posibles diluciones ó contaminaciones al efectuar el riego.

La planta de discos biológicos inició sus operaciones dos meses antes de efectuarse el trasplante, ya que había de pasar por un proceso de formación y aclimatación de la biomasa en los discos, las principales operaciones que al respecto se efectuaron fueron:

- Limpieza general de la planta al inicio de la operación.
- Abastecimiento constante de aguas negras en el influente general.
- Lubricación periódica del mecanismo motriz.
- Purga periódica de lodos en los tanques de sedimentación primaria y secundaria.

En el estudio, para el cultivo de la cebolla, se hizo necesario sembrarla en almácigo, para después trasplantarla, pues su ciclo de vida es de 180 días y el tiempo fue una limitante en el estudio.

El material utilizado como sustrato, consistió en una mezcla de Suelo + Arena + Estiercol de oveja en proporción 1:1:1,-

Este material fue mezclado perfectamente y luego se amontonó, se cubrió con plástico y se selló alrededor para su posterior fumigación.

El fumigante utilizado fue bromuro de metilo a una dosis de 1 libra de producto comercial al 98%, por metro cúbico de suelo, el tiempo de exposición al gas fue de 48 hrs. y el tiempo de -- aireado otro tanto, después de la aereación, se efectuó la siembra de la cebolla.

Los trabajos de labranza fueron realizados en forma manual- usando pico azadon y pala, dandose una roturación a 20 cm. de - profundidad, cuya finalidad fue mejorar las condiciones físicas y biológicas del Suelo; pues con ello se tiene mejor captación- y retención de humedad así como exposición de huevecillos y larvas de insectos a la intemperie para su destrucción; posterior- mente se incorporo la fracción orgánica retirada antes de la nivelación preliminar, para mejorar el contenido de materia orgá- nica del Suelo; finalmente se dio un acabado con rastrillo de - dientes y se procedió al trazo de surcos.

La lechuga fue sembrada directamente en campo depositando - de 2 a 4 semillas por mata para su posterior aclareo.

Para el caso de la cebolla se extrajeron las plántulas del- almácigo, se midieron 10 plantas tomadas aleatoriamente y las - medidas promedio fueron: parte aérea 28.5 cm., parte subterrá-- nea 7.5 cm., fue realizado un corte en ambas partes y se tuvie- ron las medidas finales: parte aérea 14 cm., parte subterránea- 5.5 cm., a esta actividad se le denomina poda de manejo y se --

efectúo para poder manejar con mayor facilidad plántulas en el campo, después se hicieron manojos de 60 plántulas y se colocaron en una solución de Tiabendazol al 2% en agua por 10 minutos con el fin de prevenir enfermedades fungosas, ya que el Tiabendazol es un fungicida sistémico de amplio espectro de acción, - posteriormente se procedió a colocarlas en campo.

A partir del trasplante se dieron riegos aproximadamente ca da 15 días con una lámina de 10 cm. la duración de riegos por parcela fue de 40-45 min. en la tabla A-1 y A-2 se muestra las fechas en que fueron efectuados los riegos, los cuales con excepción del de trasplante, fueron realizados el mismo día para la totalidad de parcelas; es importante señalar que no siempre se empezaba a regar por el mismo lado, pues estadísticamente -- puede tener un efecto adverso.

Dos o tres días después de realizarse el riego, se efectuaba un aporque con rastrillo, pues por características físicas del suelo, los surcos al ser regados se deformaban.

Para determinar la dosis óptima de fertilización total, y con base a ello, los tratamientos de fertilizante, fue efectuado un análisis de suelos, determinándose solo nitrógeno, fósforo y potasio por parcela; con estos datos, tomando en cuenta -- además las necesidades medias de Fertilizante para los Cultivos (mencionados en la sección 24 y 25) fue realizado un ajuste en-

relación a los macronutrientes en el suelo; solo fue necesario aplicar nitrógeno y fósforo, pues el potasio en todas las parcelas se encontró en cantidades satisfactorias. Los resultados del análisis y las dosificaciones por subparcela se encuentran en las tablas A-4 y A-5.

Las fuentes de los fertilizantes aplicados fueron:

Para nitrógeno:

Sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ ) que contiene 20.5% de nitrógeno amoniacal y 24% de azufre con un índice de acidez de 110 (Kgs. de carbonato de calcio necesarios para neutralizar 100kgs. de fertilizante).

Para el fósforo:

Super fósforo triple ( $\text{Ca H}_4(\text{PO}_4)_2$ ) que contiene 46% de ortofosfato soluble en agua, 17-20% Ca, 0.5% Mg.0 y 10% de S.

El fósforo se aplicó todo en la primera fertilización por su lenta asimilación en el suelo, el nitrógeno por ser fácilmente asimilable se fraccionó para evitar que se lixiviará. Para la primera fertilización, se mezclaron ambos fertilizantes (nitrógeno y fosfatado).



La colocación de fertilizantes fue al centro de las hileras para evitar su arrastre al momento del riego.

Las plagas detectadas durante el experimento fueron:

#### MALEZAS.

Por haber sido el área experimental un llano, al arrancar - el pasto mecánicamente durante la fase inicial del experimento, no se logro erradicar por completo esta plaga, por lo que en los primeros días después del trasplante se tuvieron muchos rebrotos provenientes de semillas, se aplicó Fluzifop-butyl que es un herbicida sistémico selectivo muy eficaz para el control de malezas de hoja angosta en cultivos de hoja ancha; (aunque la cebolla puede catalogarse como cultivo de hoja angosta; es tolerante a dicho herbicida). El control total se logro con el producto comercial, fusilade al 1% en agua aplicado en manchones.

#### PLAGAS DE INSECTOS.

LECHUGA:	Mosca Blanca	- Bemisia tabaci
	Chicharritas	- Empoasca favae
	Pulgones	- Afididae
CEBOLLA:	Gusano de alambre	- Larvas de Elateridae.
	Gusano falso medidor	- Trichoplusia sp.
	Chapulines	- Melanoplus sp.

Para el control de estas plagas fue aplicado Dimetoato que es un insecticida que actúa por contacto y sistémico, el no obtenerse resultados satisfactorios se mezcló con Naled, que actúa por contacto, se tuvo buen control a la dosis de 1.5 Lts/ha. con ambos productos.

De las plagas señaladas la más importante fue la de áfidos, se observó un notable control natural por *Hippodamia convergens*, por lo que se trató de alterar al mínimo el ambiente al aplicar los insecticidas.

#### HONGOS FITOPATOGENOS

El Tiabendazol fue utilizado como ya se menciona, en forma preventiva, para desinfectar las plántulas de cebolla antes del trasplante y prevenir así infestaciones por hongos. Así mismo, cuando se presentaron condiciones ambientales propicias para la infestación de hongos, por ejemplo, alta humedad relativa, y días nublados, se aplicó dicho producto a manera de prevención en el cultivo de lechuga, no actuando en forma eficaz pues se presentaron pudriciones causadas por el hongo *Botrytis* sp.

Los plaguicidas fueron aplicados con una aspersora de ultrabajo volumen, previa calibración.

Algunas características de los plaguicidas utilizados, se encuentran en la tabla A-3.

Para el cultivo de lechuga, la cosecha se efectuó en tres ocasiones, pues quizá por efecto de los tratamientos, la madurez en general no fue semejante; la recolección se efectuó cuando se tuvo una dureza aceptable en el cogollo, las plantas fueron arrancadas, cortandose la raíz al ras de las hojas; de las cuales se eliminaron las más viejas, después fueron amarradas con hojas de tule con el fin de proteger el cogollo; posteriormente se determino el rendimiento.

En el caso de cebolla, al igual que para la lechuga, la madurez no fue semejante en todos los tratamientos. Los parámetros tomados en cuenta para la cosecha, fue la decoloración de la hojas y ablandamiento de tejidos del cuello. El rendimiento se cuantifico pesando las plantas después de la extracción, retirando las hojas viejas y sacudiendo el suelo que presentaban las raíces.

Las fechas de actividades agrícolas se observan, para cada cultivo en las tablas A-1 y A-2.

### 3.6. MONITOREO CLIMATICO.

Ya que junto al área experimental se encuentra la estación-climatológica Molino Blanco, durante el desarrollo del experimento, se colectaron los siguientes datos:

Temperatura (media, máxima y mínima)

Precipitación

Evaporación

Los datos fueron considerados por las siguientes razones:

- Dan una idea de las condiciones climáticas específicas -- que prevalecieron durante el desarrollo del experimento, lo que puede servir como base para otros trabajos similares.

- Sirven para la determinación de los calendarios y laminas de riego, necesarias para el desarrollo de los cultivos evaluados.

**CAPITULO 4**  
**RESULTADOS Y DISCUSION**

En el presente capítulo se incluye el análisis e interpretación de los datos reportados en monitoreo climático, aguas de riego, suelos y variables de interés en cultivos.

#### 4.1 COMPORTAMIENTO DEL CLIMA DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL

Los factores climáticos monitoreados durante el desarrollo del estudio fueron: temperatura (media máxima y mínima), precipitación y evaporación.

Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 5 y gráficamente en las figuras 7 y 8, como puede observarse, los factores temperatura y evaporación variaron de una manera insignificante con respecto a los promedios anuales que se mencionan en el capítulo anterior.

La precipitación varió en forma considerable pues la cantidad acumulada durante los ocho meses de la fase experimental ascendió a 908.1 superando en forma notable el promedio anual que es de 865 mm.

Lo anterior es de gran importancia pues como se observará más adelante, influyó en forma determinante en los resultados obtenidos con respecto a aguas de riego, suelo y cultivos.

TABLA 5.

DATOS CLIMATICOS MENSUALES REGISTRADOS EN EL AREA EXPERIMENTAL DURANTE EL DESARROLLO DEL ESTUDIO\* (28)

( JUNIO 1984 - ENERO 1985)

	M E S E S											TOTAL*				
	JUL.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE								
TEMP. MEDIA °C	19.4	17.9	17.9	16.8	18.5	15.7	14.8	14.8	14.8	16.97						
TEMP. MAX. °C	29.0	27.0	26.0	25.5	29.0	27.0	26.0	26.0	26.0	27.12						
TEMP. MÍN. °C	8.5	10.5	9.5	9.0	8.5	4.0	3.0	3.0	3.0	6.88						
PRECIPITACION	170.2	297.2	156.3	216.8	54.1	4.1	7.9	7.9	7.9	908.1						
EVAPORACION	144.4	121.04	124.64	96.56	128.03	118.6	99.94	99.94	99.94	116.41	949.69					

\*) Para temperaturas se reporta el promedio de los meses, para precipitación y evaporación el total.

FIG. 7 TEMPERATURAS MENSUALES (MEDIA, MAXIMA Y MINIMA) REGISTRADAS DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL. (23)

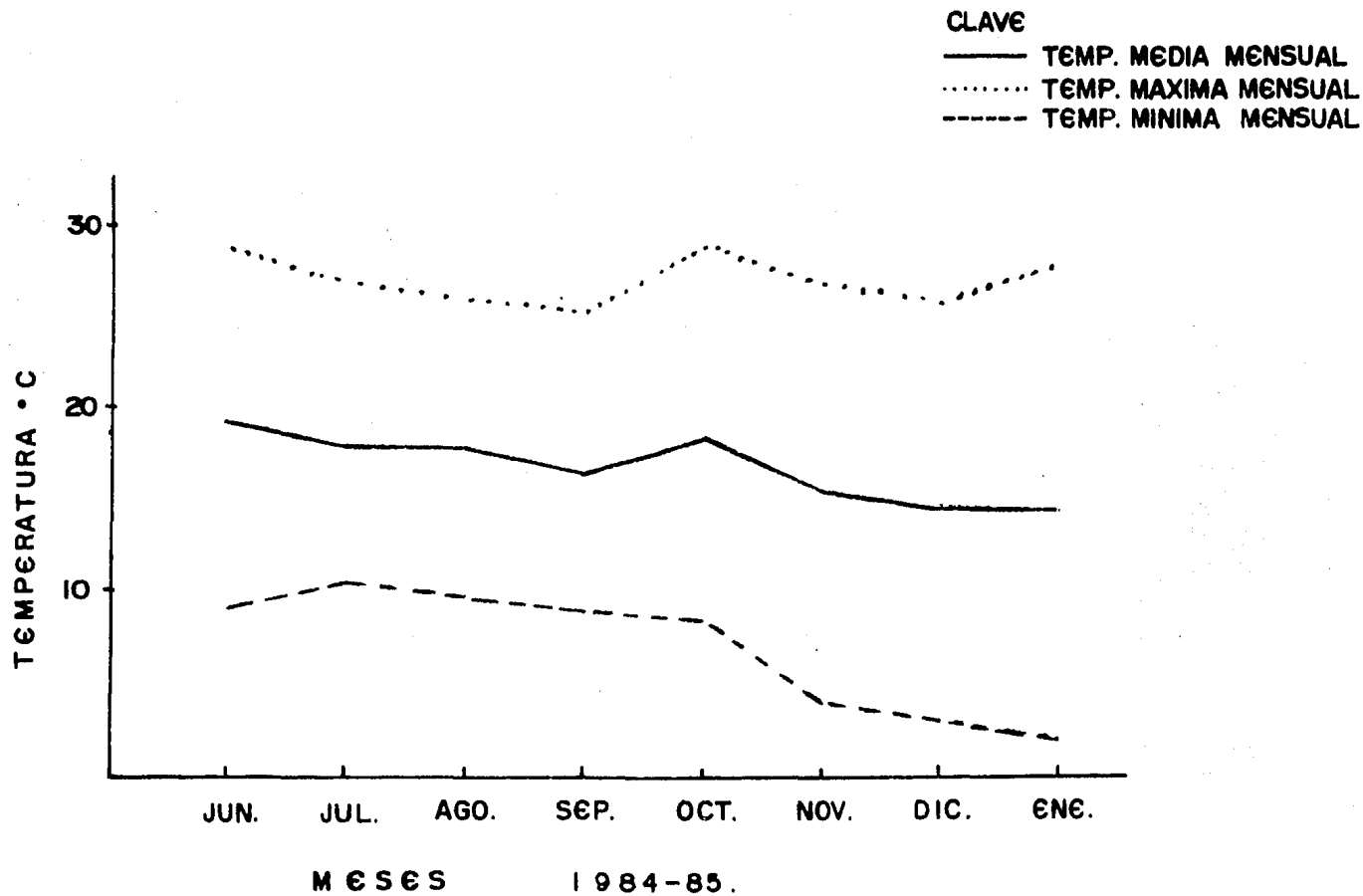
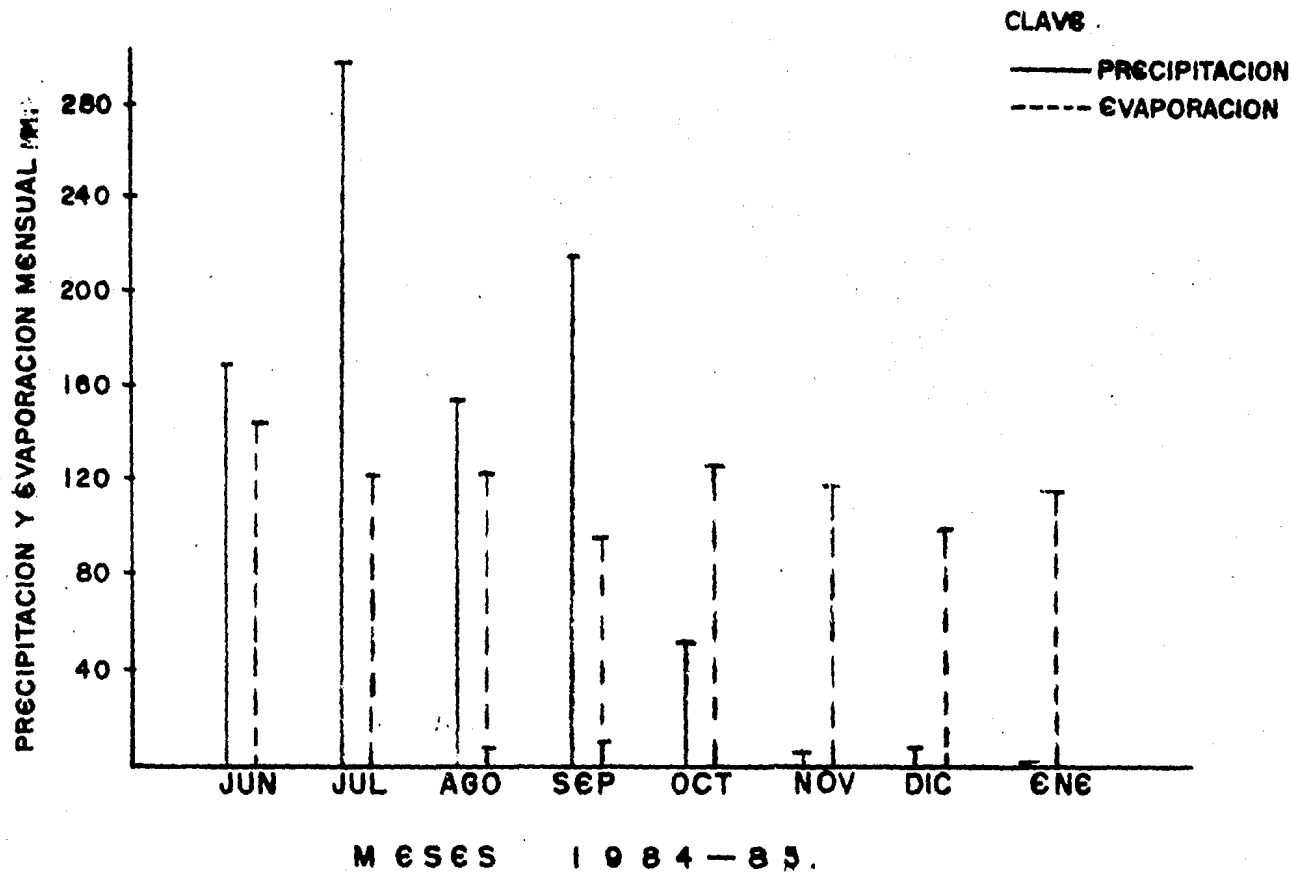




FIG. 8 PRECIPITACION Y EVAPORACION MENSUAL REGISTRADAS DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL .



#### 4.2 AGUAS DE RIEGO

Con el fin de caracterizar la calidad del agua de riego respecto a contenido de sales, elementos tóxicos y nutrientes, se efectuó un análisis por riego para cada una de las aguas.

Los datos reportados para los diferentes tipos de agua fueron promediados obteniéndose así una caracterización general, posteriormente se calcularon las desviaciones standard para cada uno de los parámetros con el fin de tener una idea de la variación a lo largo del experimento.

En términos generales, la mayor variación entre riegos fue observada en el agua blanca, lo que posiblemente se debió a que ésta fue una mezcla de agua potable y agua de lluvia almacenada en el depósito.

Los parámetros que mas variaron fueron la conductividad eléctrica, bicarbonatos, sulfatos y sólidos totales como se observa en la tabla 6.

TABLA 6 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AGUAS PARA RIEGO<sup>1</sup>.

PARAMETRO2	AGUA MEDIA	BLANCA DESV.E.	AGUA MEDIA	TRATADA DESV.F	AGUA MEDIA	CRUDA DESV.E.
C.E.Mmhos/cm	487.8	161.624	493.0	104.848	463.6	62.845
pH Unidades	8.95	0.428	7.73	0.288	7.53	0.367
Ca	23.96	2.561	27.87	2.869	29.40	2.299
Mg	15.98	5.038	7.32	0.705	7.61	1.665
Na	48.95	17.971	40.89	6.357	36.83	6.955
K	13.07	1.813	14.22	2.867	12.27	2.671
CO3 *	32.67	21.03	0.67	1.633	0.67	1.633
HCO3	120.33	56.266	135.33	37.242	132.67	28.863
CL	36.0	15.192	33.33	6.022	39.67	9.73
SO4	24.83	15.762	55.0	26.981	46.33	12.011
NO3**	0.148	0.207	0.092	0.089	0.189	0.290
B	0.683	0.466	0.312	0.217	0.417	0.505
PO4 Tot.***	1.7	3.241	5.16	2.27	7.37	5.505
PO4 Orto	0.0	0.0	0.118	0.264	0.038	0.084
NH3	0.83	1.005	7.0	4.288	7.52	2.009
N orgánico	3.24	4.513	5.3	4.128	17.9	18.475
N Total	5.24	5.348	10.54	6.740	25.47	19.042
NO2****	0.0	0.0	0.195	0.44	0.051	0.114
S.T.	465.33	258.591	386.0	185.339	1144.33	445.548

1 Medias y desviaciones standard de 6 muestreos (uno por riego)

2 Valores en mg/lit exepcto notación diferente

\* Valores menores que 1.0 se consideraron como cero

\*\* Valores menores que 0.00 se consideraron como cero

\*\*\* Valores menores que 0.01 se consideraron como cero

\*\*\*\* Valores menores que 0.05 se consideraron como cero.

Respecto al agua tratada, en los parámetros que se observó una remoción positiva por parte de la planta debiodiscos fueron: Ca, Mg,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , B,  $\text{PO}_4$  total,  $\text{NH}_3^+$ , N orgánico, N total y sólidos totales; de los cuales únicamente la remoción de  $\text{Cl}^-$ , B y sólidos totales resulta benéfica en relación a la calidad del agua de riego, pues el boro y los cloruros se consideran elementos tóxicos para las plantas y respecto a sólidos totales, éstos pueden tener efectos adversos en la textura del suelo.

La remoción de los demás parámetros, debido a que se consideran nutrientes primarios no es conveniente, ya que la disminución inherente de estos elementos afecta el aporte potencial de las aguas crudas.

Los parámetros que después de pasar por la planta de tratamiento registraron un incremento fueron C.E, pH, Na, K,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{PO}_4$  como ortofosfato, y  $\text{NO}_2$ .

Respecto a C.E, Na y K, los incrementos observados puede afirmarse que son ocasionados por la variación momentánea del contenido de estos elementos en el agua residual al realizarse el muestreo.

Con relación a  $\text{PO}_4$  como ortofosfato y  $\text{NO}_2$  su incremento pudo ser ocasionado por oxidación del  $\text{PO}_4$  total y reducción del  $\text{NO}_3^-$

en la planta de tratamiento.

Respecto al aporte de macronutrientes, los valores más altos se registraron con agua cruda siguiendole en importancia el - - agua tratada y por último el agua blanca, lo que es razonable si tomamos en cuenta que el agua cruda contiene gran cantidad de - nutrientes, buena parte de los cuales son removidos en la planta de tratamiento como se observa en la tabla 7.

TABLA 7. MACRONUTRIENTES APORTADOS AL SUELO CON EL RIEGO DE LAS DIFERENTES AGUAS (AGOSTO 1984 - ENERO 1985)\*

NUTRIENTE	Kgs. / ha. APORTADOS		
	BLANCA	TRATADA	CRUDA
N. ORGANICO	19.44	31.8	107.4
N. TOTAL	31.44	69.22	152.82
N. (NO3)	0.888	0.552	1.134
N. (NO2)	0.0	1.17	0.303
N. (NH3)	4.98	42.0	45.12
PO4 TOTAL	10.2	30.96	44.22
PO4 ORTO	0.0	0.708	0.228
K	78.42	85.32	73.62

\* Basado en las características del agua de riego reportadas - en la Tabla 6, se tomaron en cuenta 6 riegos con una lámina de 0.10 m. cada uno.

Con relación a la calidad de las aguas de riego, fueron calculadas los índices de clasificación normalmente utilizados - - (Tabla 8).

Los valores de PSP. (Porcentaje de Sodio Posible), caracte--rizaron a los tres tipos de agua como condicionada a aplicarse en suelos con buena capacidad de infiltración; para agua blan--ca, se tuvo una restricción similar respecto a contenido de bo--ro y cloruros.

Lo anterior no fue una limitante pues el suelo del área ex--perimental cumplía con el requisito mencionado.

Respecto a los demás índices las aguas se caracterizaron como aptas para el riego agrícola.

En términos generales, el aporte de elementos benéficos y -tóxicos, por parte de aguas crudas y tratadas se vio notablemente limitado por la alta incidencia de lluvias que se observó, - durante la fase experimental, pues como puede observarse en la tabla 5, la elevada precipitación (908.1 mm) provocó una alta -- dilución.

TABLA 8

VALORES DE INDICES PARA LA CLASIFICACION DE LA CALIDAD AGRICOLA DE LAS AGUAS DE RIEGO EMPLEADAS EN EL ESTUDIO.\*

I N D I C E	A G U A		
	BLANCA	TRATADA	CRUDA
C.E. micromhos/cm.	487.8	493.0	463.6
S.E.	2.463	2.142	1.916
S.P.	1.274	1.513	1.602
RAS	1.909	1.792	1.576
CSR	0.574	0.272	0.131
PSP	86.44	83.0	83.61
B p.p.m.	0.683	0.312	0.417
Cl meq./l	1.016	0.94	1.119

\* Con base a resultados de la tabla 6.

### 4.3 SUELOS

Para evaluar el efecto de las diferentes aguas de riego en las características del suelo, éste fue analizado antes de iniciar el riego y después de la cosecha.

Los resultados de dicho análisis se presentan en la tabla 9 y se discuten a continuación:

Las características físicas como textura, densidad aparente, densidad real, capacidad de campo y punto de marchitez permanente, no fueron alteradas por los riegos evaluados.

Respecto a conductividad eléctrica, el suelo regado con agua cruda presentó un valor inicial elevado, el cual descendió en forma notable, posiblemente porque las altas precipitaciones registradas durante la época de estudio, así como los riegos, la varon el alto contenido inicial de sales. Para el suelo irrigado con agua blanca y tratada, los valores de conductividad se incrementaron mínimamente, ya que el contenido de sales en este tipo de aguas es mayor con respecto al agua cruda (tabla 6).

El pH en general tuvo fluctuaciones pequeñas sin que estas se consideren adversas para el desarrollo de cultivos.

Con relación al boro los niveles iniciales no se consideran



tóxicos para las plantas estudiadas y además se presentó una disminución en los tres suelos ocasionada por el efecto de lavado.

Los índices de sodicidad (RAS y PSI) tuvieron en general -- efectos ligeros, sin que se consideren adversos para la produc--ción agrícola (30).

El contenido de materia orgánica disminuyó en forma general, ya que las aguas residuales pueden promover la reproducción ma--siva de los microorganismos responsables de la degradación de --materia orgánica.

Los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) en el -- caso del agua blanca y tratada, registraron incrementos poco no--tables; para agua cruda, excepto en fósforo se registro una disminución, estos resultados no concuerdan con el aporte teórico--esperado de estos elementos por las aguas empleadas (Tabla 7); --lo anterior puede explicarse con base a las caracterfsticas texturales del suelo pues lo hacen altamente permeable y por lo tanto se tiene un lavado general de los nutrientes contenidos en --el agua de riego.

TABLA 9 ALTERACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL SUELO AL SER IRRIGADO CON LAS DIFERENTES AGUAS DE RIEGO \*.

PARAMETRO	VALORES, RIEGO CON AGUA BLANCA			VALORES, RIEGO CON AGUA TRATADA			VALORES, RIEGO CON AGUA CRUDA		
	I	F	D	I	F	D	I	F	D
C.E. Milimhos/cm	0.275	0.57	+ 0.295	0.41	0.75	+ 0.34	4.475	0.91	- 3.565
pH Unidades	6.975	7.08	+ 0.105	7.05	6.94	- 0.11	7.35	6.99	- 0.36
Ca Meq./l	2.85	1.96	- 0.89	2.65	2.90	+ 0.25	28.73	3.63	- 25.1
Mg Meq./l	2.45	2.0	- 0.45	1.48	2.83	+ 1.35	14.25	4.17	- 10.08
Na Meq./l	0.0	1.33	+ 1.33	0.0	1.45	+ 1.45	1.54	1.55	+ 0.01
CO <sub>3</sub> Meq./l	0.0	0.0		0.0	0.0		0.15	0.0	- 0.15
HCO <sub>3</sub> Meq./l	0.95	1.2	+ 0.25	1.125	1.13	+ 0.005	2.405	1.41	- 0.995
SO <sub>4</sub> Meq./l	2.55	3.13	+ 0.58	1.65	5.03	+ 3.38	35.2	6.34	- 28.86
Cl Meq./l	1.745	1.38	+ 0.365	1.33	1.34	+ 0.01	6.95	1.39	- 5.56
B p.p.m.	0.045	0.04	- 0.005	0.155	0.06	- 0.149	0.18	0.07	- 0.11
RAS	0.0	0.94	+ 0.94	0.0	0.84	+ 0.84	0.345	0.84	+ 0.495
PSI	0.0	0.18	+ 0.18	0.0	0.07	+ 0.07	0.0	0.33	+ 0.33
M.O %	1.08	1.02	- 0.06	1.8	1.26	- 0.54	2.105	1.94	- 0.165
N.Tot. %	0.05	0.07	+ 0.02	0.085	0.06	- 0.025	0.1	0.09	- 0.01
N.NO <sub>3</sub> Kg/ha	5	6.25	+ 1.25	5	10.62	+ 5.62	30	15.0	- 15
P Kg/ha	10	10.62	+ 0.62	5	10.62	+ 5.62	17.5	19.38	+ 1.88
K Kg/ha	150	268.8	+118.8	150	32.5	+ 12.5	400	212.5	- 187.5

I = Valor inicial antes del primer riego.

F = Valor final despues de la cosecha.

D = Diferencia entre valor inicial y valor final; aumento (+) o disminuci3n (-).

\* Las pruebas siguientes tambien fueron realizadas sin registrarse alteraci3n :

Textura - migaj3n arenoso

Densidad aparente - 1.05 g/cm<sup>3</sup>.

Densidad real - 1.45 g/cm<sup>3</sup>.

Capacidad de Campo - 13

Punto de marchitez permanente - 7.1

Nitr3geno Amoniacal - 10 Kg/ha.

#### 4.4 CULTIVOS

En ambos cultivos, para cada una de las variables de interés evaluadas, fue efectuado el análisis de varianza acorde al diseño experimental parcelas divididas, ya que ésta es la principal técnica estadística empleada en experimentación agrícola para detectar efectos de los tratamientos probados.

Los resultados de análisis de varianza se pueden observar en las tablas A-6 a A-15, solamente para el cultivo de cebolla se obtuvo significancia estadística en algunas variables de interés.

Para la lechuga, no se detectó significancia estadística en alguna de las variables consideradas, es decir no hubo respuesta a los tratamientos.

El hecho de que no se obtengan diferencias significativas entre los tratamientos, no prueba que estos no produjeron efectos, pues siempre hay una probabilidad definitiva de que exista un efecto real, solo que, quizá el experimento fue demasiado insensible para detectar la diferencia estadística al nivel de probabilidad deseado.

Cuando en el análisis de varianza se detectó un valor de F estadísticamente significativo, fue efectuada la prueba de me-

días por el método de Tukey, para determinar la fuente exacta - de la significancia y evaluar la posibilidad de que dos medias - fuesen significativamente diferentes.

Es importante señalar que acorde al diseño de parcelas divi- didas, para obtener las medias de un efecto, por ejemplo: riego se incluyen todos los niveles de fertilización confundiendo; - las medias obtenidas de esta forma, no concuerdan con las del - nivel de fertilización 0/3 donde se observa la influencia real - del riego; lo mismo sucede con la fertilización pues los efec- - tos reales de las diversas dosis se presentan en el riego con -- agua blanca y son diferentes a los resultados obtenidos al con- fundir las medias de las diferentes aguas de riego.

Lo anterior ocurre con frecuencia en experimentos donde se aplica este tipo de diseño, y puede deberse a factores tales co mo:

- Efectos sinérgicos o antagónicos ocasionados por la in-- teracción de los factores evaluados
- Número insuficiente de repeticiones
- Variabilidad en cuanto a fertilidad del suelo
- Diseño experimental no óptimo

## 4.4.1 CEBOLLA

## RIEGO

Para el factor riego no se detecta significancia estadística en algunos de los parámetros cuantificados, además los datos -- globales de las variables acorde al diseño experimental no presentan homogeneidad, por lo que la interpretación se efectuó tomando en cuenta las medias obtenidas en las parcelas testigo -- sin fertilizante.

En tres de las cuatro variables consideradas; rendimiento - (Tabla 10) velocidad de crecimiento (Tabla 11), y nitrógeno en plantas antes de la segunda fertilización, (Tabla 12), se observaron los valores más altos en las parcelas irrigadas con aguas-crudas, el agua tratada ocupó un lugar intermedio y los valores mas bajos se obtuvieron con el agua blanca.

En el contenido de nitrógeno a la cosecha (Tabla 13), se observó una variación con respecto a las demás variables, pues -- las plantas con mayor contenido de este elemento fueron las - - irrigadas con agua tratada, el agua cruda ocupó un segundo térmi-no y al igual que en las otras variables el menor valor se ob--servó con agua blanca.

Los resultados mencionados tienen una relación directa con el contenido de nutrientes en cada una de las aguas de riego, ya que como se observó en los resultados referentes a aguas, el orden de importancia desde el punto de vista nutricional es agua cruda, tratada y por último agua blanca.

En términos generales las aguas residuales tuvieron un efecto positivo al incrementar el rendimiento del cultivo, el hecho de que las diferencias ejercidas por las diferentes aguas de riego no sea detectado estadísticamente es razonable si se considera por una parte que la mayor precisión en cuanto a detectar diferencias entre tratamientos del diseño parcelas divididas se ejerce en el factor fertilización (subparcela), y por otro lado, la alta dilución de nutrientes contenidos en las aguas residuales ocasionada por las lluvias observadas durante la fase experimental.

Es importante señalar que el rendimiento (Tabla 10) obtenido al irrigar con aguas crudas sin aplicar fertilizante (15.3 ton/ha) supera el promedio nacional logrado con aplicaciones convencionales de fertilizante, siendo este último para 1976 de 13.98 ton/ha (29), mientras que los rendimientos obtenidos con agua tratada y blanca se encuentran por debajo del promedio mencionado.

Con respecto al contenido de nitrógeno en plantas, en el --

análisis efectuado antes de la segunda fertilización (tabla 12), las plantas irrigadas con agua cruda y tratada tuvieron una cantidad mayor al normal reportado para este cultivo que es de - - 2.016% (22), mientras que en la cuantificación registrada en la cosecha (Tabla 13), el contenido normal solo fue superado en -- plantas irrigadas con agua cruda.

Lo anterior es apoyado por lo que establece Hernández (cita do por Peñuelos) en donde menciona que la cebolla absorbe la ma yor cantidad de nitrógeno 50-60 días después del trasplante, de lo que se puede intuir que la cantidad de este elemento aportada por el agua tratada solo fue suficiente en las primeras etapas del desarrollo de las plantas (establecimiento y crecimiento) no así en el caso del agua cruda que en ambos análisis supe ra el contenido normal mencionado.

## FERTILIZACION

Para este factor los datos se discuten acorde al diseño experimental ya que en todas las variables se observan resultados homogéneos a este respecto, no así tomando las medias del tratamiento testigo (agua blanca).

En las variables; rendimiento (Tabla 10), velocidad de crecimiento (Tabla 11) y contenido total de nitrógeno antes de la se gunda fertilización se observó significancia estadística para -

el factor fertilización (Tabla 12) teniéndose una respuesta - por parte del cultivo a los tratamientos probados.

En relación al rendimiento se tiene significancia estadística al 1% de probabilidad (Figura 10), la mayor producción se obtiene con la dosis total de fertilizante (200-120-00), siendo estadísticamente igual cuando se aplica  $2/3$  y  $1/3$  del total y diferente del tratamiento testigo sin fertilizante.

Los resultados obtenidos para velocidad de crecimiento (figura 12) y nitrógeno en plantas antes de la segunda fertilización (figura 14) concuerdan con los de rendimiento ya que los valores mas altos se dan cuando las dosis de fertilización es total.

Para el análisis de nitrógeno efectuado en la cosecha, aunque no se tiene significancia estadística se observó una tendencia similar a las demás variables, pues los valores decrecieron proporcionalmente a la disminución del fertilizante.

Los resultados anteriores concuerdan con lo obtenido por Huereca, Ortiz y Peñuelos quienes han obtenido respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada en cebolla.

La interacción entre los factores evaluados, resulta de gran interés, puesto que prácticamente acorde al aporte de nu--



trientes por el agua cruda y tratada, se hace necesaria la adición de fertilizante para el óptimo desarrollo de cultivos.

Aunque sólo se detecta significancia estadística para velocidad de crecimiento en general, los valores más altos en todas las variables evaluadas se observaron al irrigar con agua cruda y aplicar la dosis de fertilización total.

Es importante señalar que tomando en cuenta la variable velocidad de crecimiento, para agua blanca y tratada, la fertilización se hace necesaria, puesto que aunque las dosis 1/3, 2/3 y total provocan resultados estadísticamente iguales estos son diferentes a los del testigo sin fertilizante, no así con el -- agua cruda pues todos los resultados son estadísticamente iguales es decir si se aplica agua cruda no es necesario fertilizar puesto que la planta crece a una velocidad estadísticamente -- igual sin fertilizante que a la dosis total.

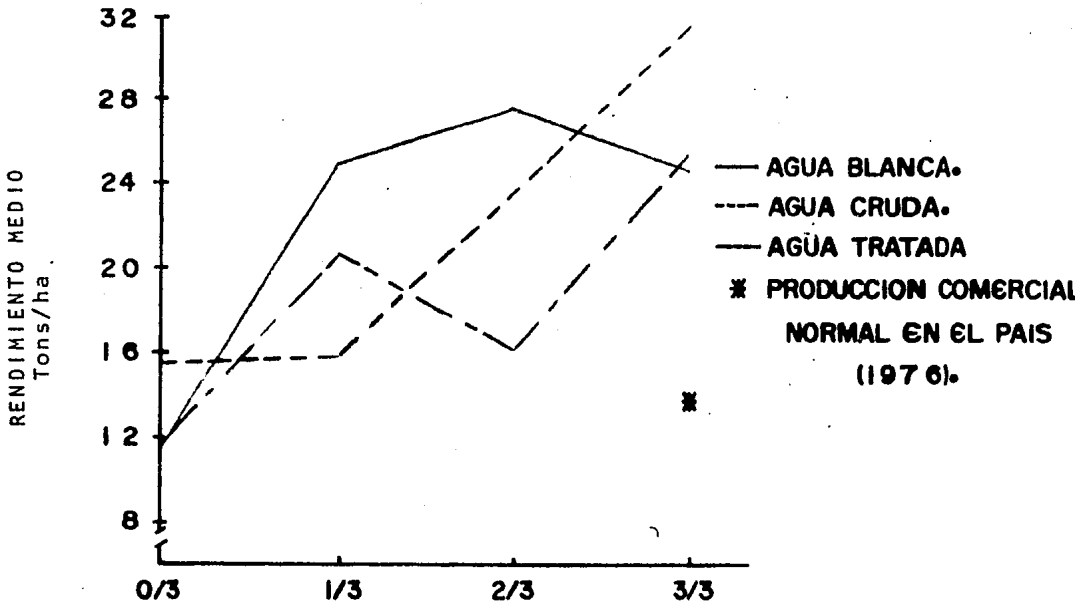
TABLA 10

## MEDIAS RENDIMIENTO DE CEBOLLA

AGUA DE RIEGO	DOSIS DE FERTILIZACION				MEDIA
	0/3	1/3	2/3	3/3	
BLANCA	11.17	24.73	27.43	24.56	21.97
CRUDA	15.38	15.78	23.26	31.53	21.49
TRATADA	11.57	20.59	16.08	25.40	18.41
MEDIAS +	12.71ab	20.37ac	22.26bc	27.16c	20.62

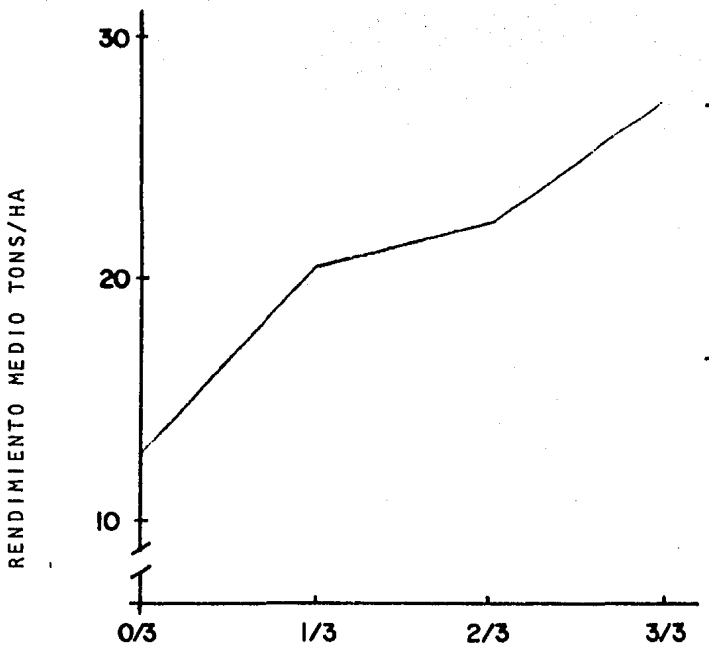
+ Valores con la misma letra son estadísticamente iguales - -  
( $P \leq 0.01 = 10.053 \text{ ton./ha}$ ) de acuerdo a la prueba DMSH de -  
Tukey

FIG. 9 RENDIMIENTO DE CEBOLLA EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

FIG. 10 RENDIMIENTO DE CEBOLLA EN FUNCION DE LA DOSIS DE FERTILIZACION\*



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P COMUNMENTE APLICADOS)

\* DIFERENCIA ESTADISTICA AL  $\alpha$  0.01 SEGUN PRUEBA DE TUKEY.

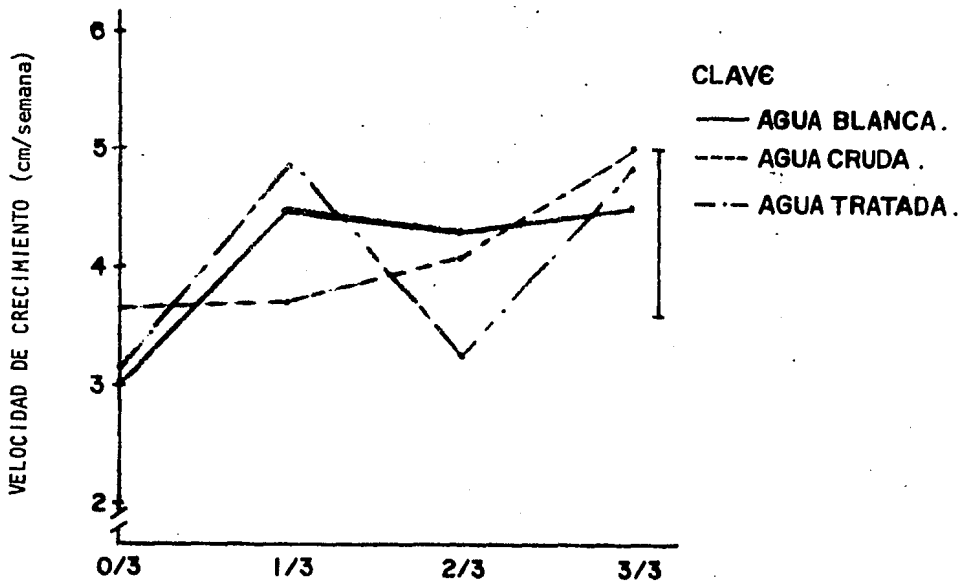
TABLA 11

MEDIAS VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE CEBOLLA

AGUA DE RIEGO	DOSIS DE FERTILIZACION				
	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	2.99 a	4.52 b	4.32 a	4.52 b	4.09
CRUDA	3.69 a	3.72 a	4.10 a	5.03 a	4.14
TRATADA	3.13 a	4.88 b	3.27 a	4.88 b	4.04
MEDIA +	3.27 a	4.37 bc	3.9 ab	4.81 c	4.09

+ Valores con la misma letra son estadísticamente iguales - -  
 (P ≤ 0.05 para RXF = 1.414 cm./sem., P ≤ 0.01 para Fertiliza-  
 ción = 0.877 cm./sem.) de acuerdo a la prueba DMSH de Tukey.

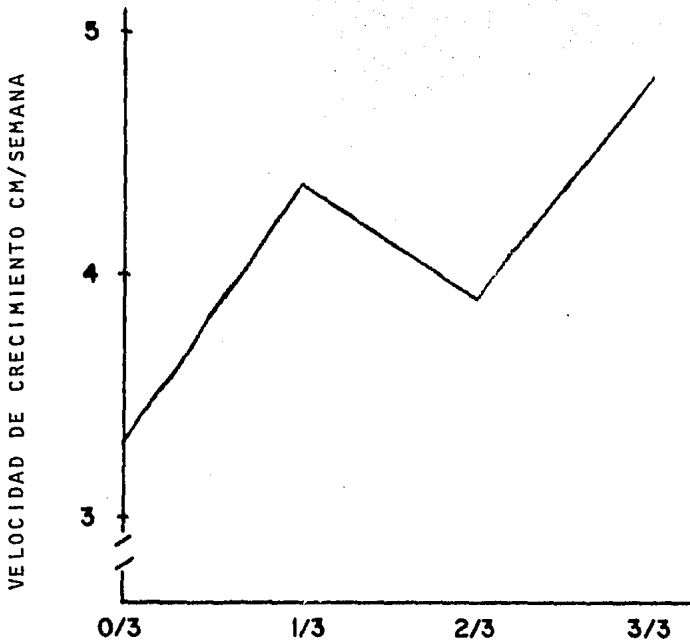
FIG. 11 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE CEBOLLA EN FUNCION DEL  
 AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION \*



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADO)

\* DIFERENCIA ESTADISTICA AL  $\alpha$  0.05 SEGUN PRUEBA DE TUKEY

FIG. 12 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO EN CEBOLLA, EN FUNCION DE LA DOSIS DE FERTILIZACION\*



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

\* DIFERENCIA ESTADISTICA AL  $\alpha = 0.01$  SEGUN PRUEBA DE TUKEY

TABLA 12

MEDIAS % DE NITROGENO EN CEBOLLA ANTES DE LA SEGUNDA FERTILIZACION

DOSIS DE FERTILIZACION					
AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	1.68	2.92	2.46	2.78	2.46
CRUDA	2.14	2.94	2.50	2.82	2.60
TRATADA	2.45	2.53	2.72	3.08	2.88
MEDIAS +	2.09ab	2.89bc	2.56bc	2.89c	2.65

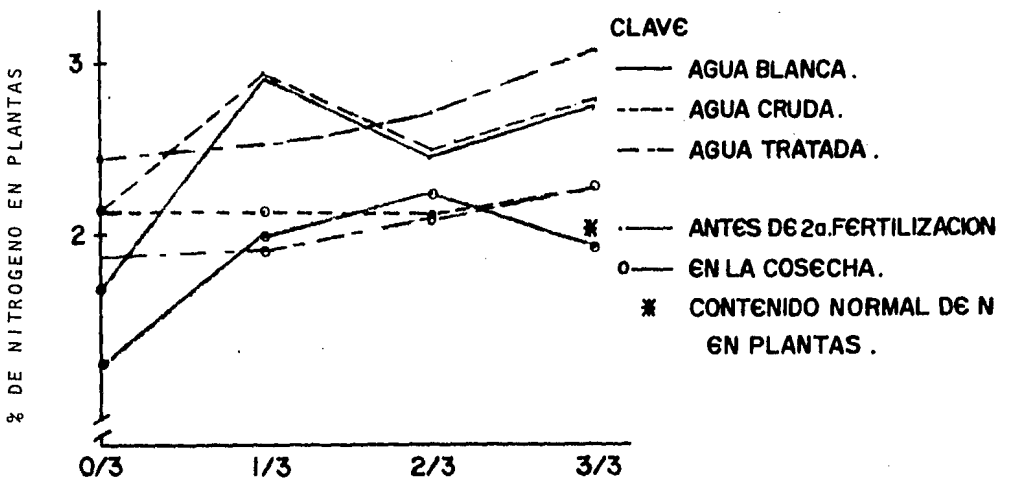
\* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales - -  
( $P \leq 0.05 = 0.722\%$ ) de acuerdo a la prueba DMSH de Tukey

TABLA 13

MEDIAS % DE NITROGENO EN CEBOLLA EN LA COSECHA

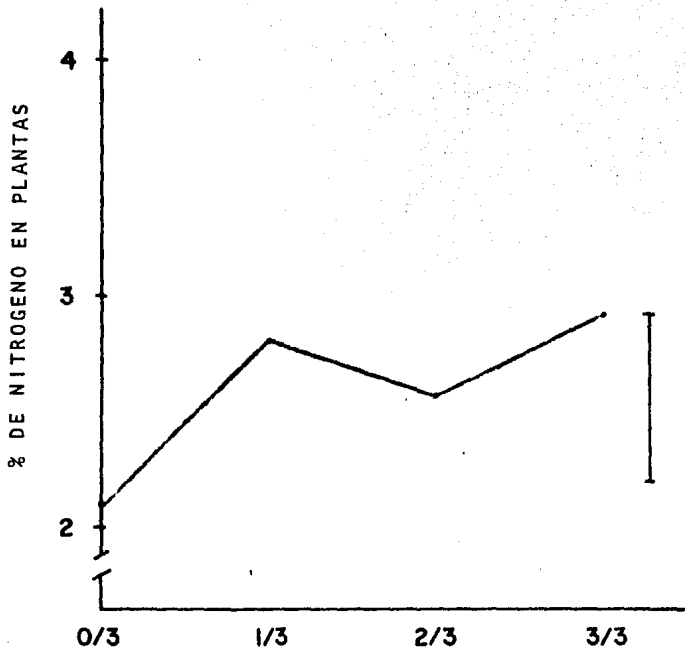
DOSIS DE FERTILIZACION					
AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	1.23	2.01	2.25	1.94	1.86
CRUDA	2.14	2.14	2.12	2.28	2.17
TRATADA	1.88	1.91	2.10	2.28	2.04
MEDIA	1.75	2.02	2.16	2.17	2.02

FIG. 13 % DE NITROGENO EN CEBOLLA ANTES DE LA 2ª. FERTILIZACION Y EN LA COSECHA EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

FIG. 14 % DE NITROGENO EN CEROLLAS EN FUNCION DE LA DOSIS DE FERTILIZACION\*



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

\* DIFERENCIA ESTADISTICA AL  $\alpha$  0.05 SEGUN PRUEBA DE TUKEY

## 4.4.2 LECHUGA

## RIEGO

Para el factor riego el cultivo no presenta respuesta significativa a los tratamientos, al igual que para cebolla la mayor concordancia de resultados en las diferentes variables se obtiene considerando las medias de las parcelas testigo sin fertilizante, por lo que este es el criterio de discusión.

Las variables rendimiento (Tabla 14) velocidad de crecimiento (Tabla 15) y porcentaje de plantas cosechadas (Tabla 19), presentan resultados similares, los valores mas altos se obtienen con agua blanca siguiendole en importancia la tratada y por último la cruda.

Con respecto al nitrógeno antes de la segunda fertilización (Tabla 16) el mayor contenido se observa con agua tratada, el agua blanca ocupó un lugar intermedio y el menor valor fue el obtenido con agua cruda mientras que a la cosecha, los resultados en orden decreciente son tratada cruda y blanca.

Lo anterior parece indicar que la lechuga es altamente sensible a los contaminantes presentes en aguas residuales pues, aunque el aporte de nutrientes es mayor en aguas crudas, el rendimiento es menor.



El hecho de que el agua tratada ocupe un lugar intermedio - puede deberse a la remoción de contaminantes en la planta de -- biodiscos.

El agua blanca al no contener contaminantes hace factible - el máximo aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el -- suelo y en el agua.

Es interesante observar que el mayor peso promedio (Tabla - 18) de plantas, se presenta con agua cruda, el agua tratada ocupa un segundo término y el menor peso se observó en plantas - - irrigadas con agua blanca.

Si se relaciona lo anterior con rendimiento puede detectarse que las plantas irrigadas con agua blanca son muchas, pequeñas - y de poco peso, mientras que las irrigadas con agua cruda son de mayor tamaño pero la cantidad cosechada es menor, lo que puede - ser ocasionado por la presencia de microorganismos causantes de enfermedades de las plantas presentes en el agua cruda pues como se mencionó en el capítulo de metodología, el hongo *Botritis* sp. no pudo ser controlado durante el experimento.

La alta variación en el contenido de nitrógeno parece ser - ocasionada por la absorción selectiva de nutrientes que puede - deberse a efectos antagónicos de los contaminantes en el sistema radical del cultivo.

El rendimiento alcanzado por las plantas irrigadas con agua blanca superan el promedio nacional que fue en 1976 de 17.6 Ton/ha (29), la producción alcanzada con agua cruda y tratada es inferior a dicho valor (figura 15).

El contenido de nitrógeno en los dos análisis realizados se mantuvo para los tres tipos de agua muy por abajo del normal -- recomendado para este cultivo (3.52%) (22).

## FERTILIZACION

Al igual que en riego, para este factor no se obtiene diferencia estadística significativa en las variables evaluadas.

No existe una concordancia entre las variables estudiadas - por lo que a éste respecto no puede mencionarse un efecto definido entre los tratamientos, lo único que es factible afirmar - es que no existe una respuesta definida de la planta a la fertilización en estas condiciones.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Moreno quien no obtiene respuesta de la lechuga a la fertilización nitrogenada.

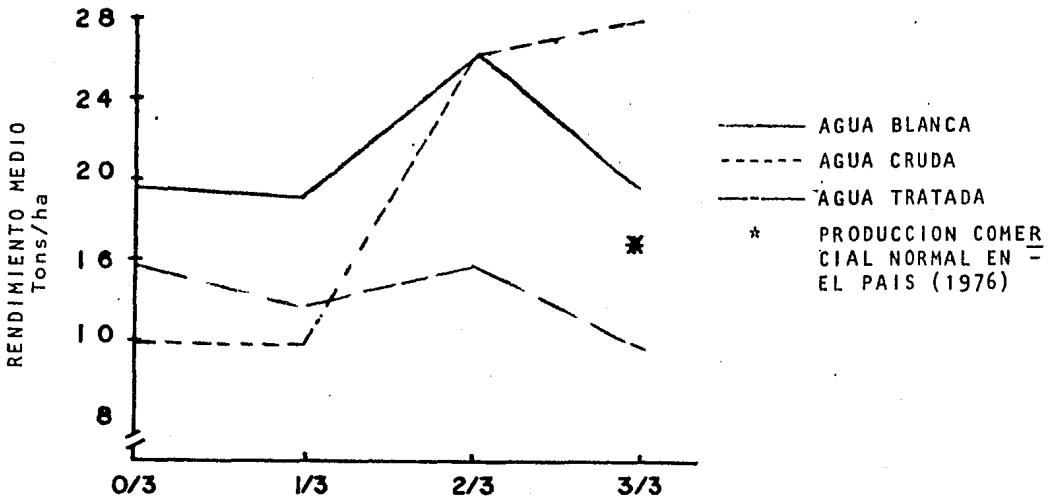
No obstante tomando en cuenta las interacciones, los valores mas altos en las diversas variables evaluadas se observan con diferentes tipos de agua pero con las dosis de fertilización total y 2/3 que son las mas altas.

TABLA 14

## MEDIAS RENDIMIENTO DE LECHUGA

AGUA DE RIEGO	DOSIS DE FERTILIZACION				MEDIA
	0/3	1/3	2/3	3/3	
BLANCA	19.61	19.01	26.12	19.58	21.08
CRUDA	11.95	11.87	26.10	27.85	19.44
TRATADA	15.89	13.69	15.77	11.66	14.25
MEDIA	15.82	14.86	22.66	19.70	18.26

FIG. 15 RENDIMIENTO DE LECHUGA EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



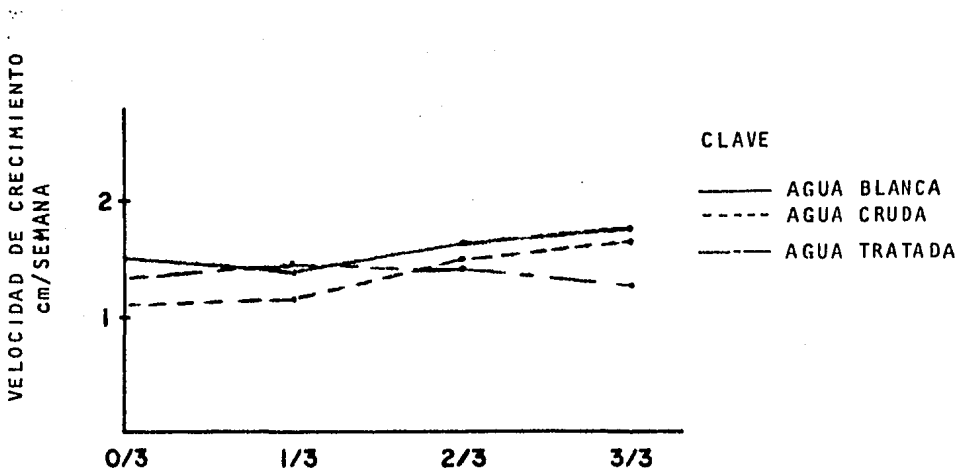
DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADA)

TABLA 15

## MEDIAS VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LECHUGA

DOSIS DE FERTILIZACION					
AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	1.52	1.38	1.64	1.76	1.58
CRUDA	1.10	1.15	1.49	1.64	1.35
TRATADA	1.35	1.40	1.42	1.27	1.36
MEDIA	1.32	1.31	1.52	1.56	1.43

FIG. 16 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LECHUGA EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

TABLA 16

MEDIAS % DE NITROGENO EN LECHUGA ANTES DE LA SEGUNDA FERTILIZACION

## DOSIS DE FERTILIZACION

AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	2.68	1.67	2.26	2.13	2.18
CRUDA	2.49	2.79	3.64	2.60	2.88
TRATADA	2.74	2.22	1.80	3.156	2.48
MEDIA	2.64	2.23	2.57	2.63	2.51

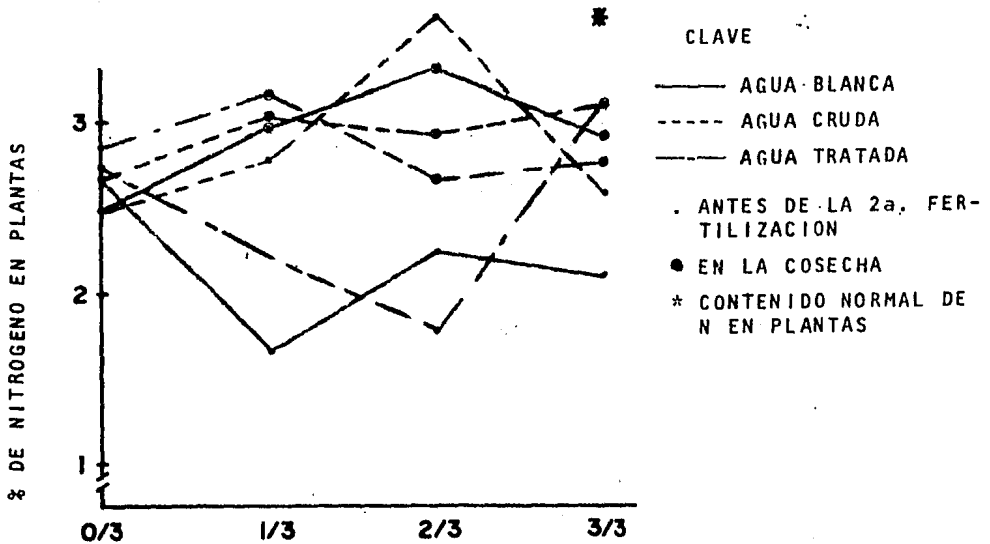
TABLA 17

MEDIAS % DE NITROGENO EN LECHUGA EN LA COSECHA

## DOSIS DE FERTILIZACION

AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	2.50	2.98	3.32	2.92	2.93
CRUDA	2.68	3.04	2.94	3.11	2.94
TRATADA	2.86	3.18	2.68	2.77	2.87
MEDIA	2.68	3.07	2.98	2.93	2.91

FIG. 17 PORCIENTO DE NITROGENO EN LECHUGA ANTES DE LA 2a. FERTILIZACION Y EN LA COSECHA EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

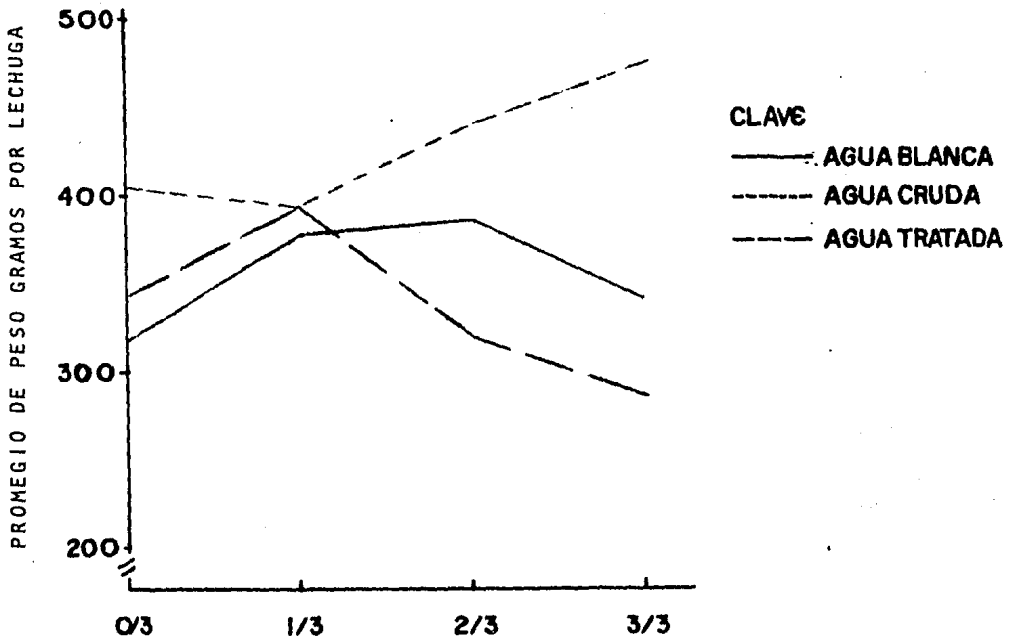
TABLA 18

MEDIAS PESO PROMEDIO DE LECHUGAS

## DOSIS DE FERTILIZACION

AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	316.39	376.36	385.17	341.53	354.86
CRUDA	404.76	392.3	439.96	473.96	427.74
TRATADA	344.72	392.0	318.77	286.67	335.54
MEDIA	355.29	386.89	381.3	367.39	372.71

FIG. 18 PESO PROMEDIO DE LECHUGAS EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



DOSIS DE FERTILIZACION (CANTIDAD DE N Y P NORMALMENTE APLICADOS)

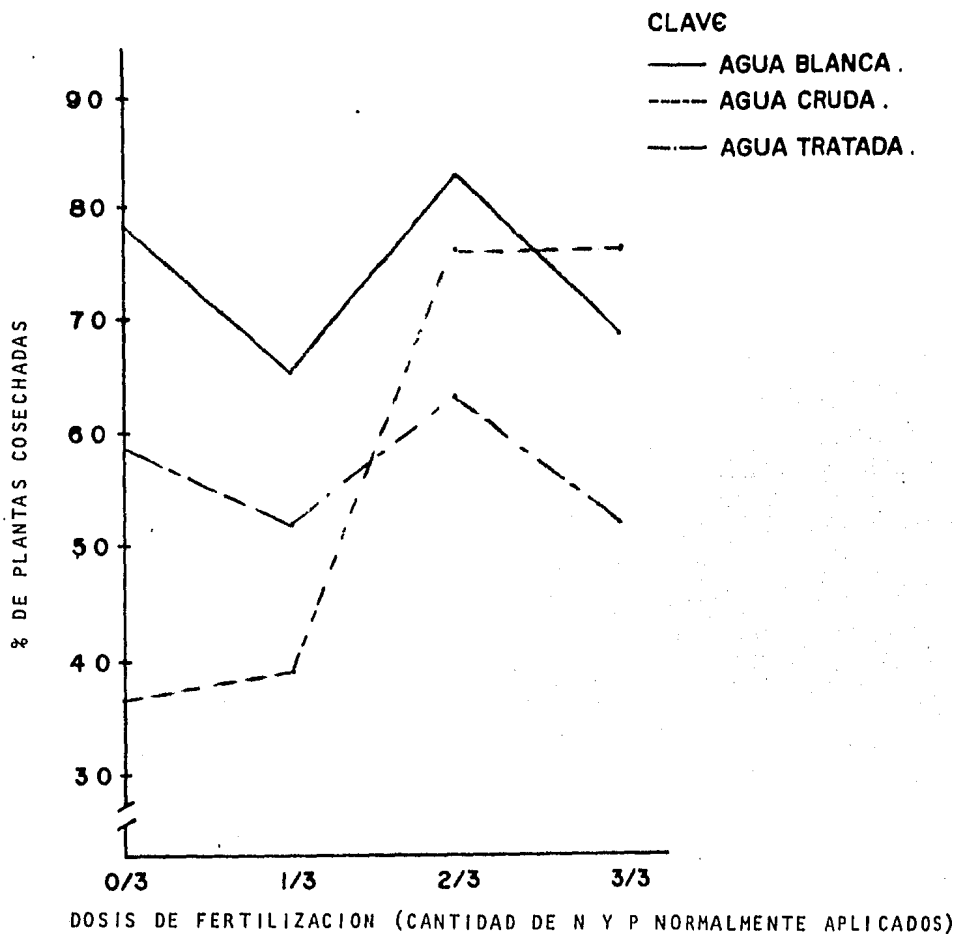
TABLA 19

MEDIAS % DE PLANTAS DE LECHUGA COSECHADAS

## DOSIS DE FERTILIZACION

AGUA DE RIEGO	0/3	1/3	2/3	3/3	MEDIA
BLANCA	78.26	65.22	82.61	60.87	71.74
CRUDA	36.96	39.13	76.08	76.08	57.06
TRATADA	58.695	52.175	63.04	52.175	56.52
MEDIA	57.97	52.18	73.91	63.04	61.77

FIG. 19 % DE PLANTAS DE LECHUGA COSECHADAS EN FUNCION DEL AGUA DE RIEGO Y DOSIS DE FERTILIZACION



**CAPITULO 5**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



Con base a la época del año en que fue realizado el estudio (verano-otoño), se han establecido las siguientes conclusiones:

1.- La naturaleza de los factores evaluados (riego y fertilización) ocasiono que los criterios para interpretación de resultados del diseño parcelas divididas en algunos casos no se tomaran en cuenta en forma absoluta.

2.- Las características de las aguas residuales se vieron notablemente influenciadas por la alta precipitación, registrada durante el desarrollo del estudio.

3.- La calidad de las aguas residuales desde el punto de vista agrícola, fue en general satisfactoria a lo largo del estudio superando al agua blanca en algunos aspectos tales como contenido de boro y cloruros.

4.- Las aguas residuales tuvieron efectos positivos sobre las características del suelo al aportar cantidades mínimas de nutrientes (NPK) y, en el caso del agua cruda, bajar el contenido de sales en el suelo.

5.- El aporte teórico de nutrientes por parte de las aguas residuales, se vio limitado por la lixiviación, ocasionada por las características físicas propias del suelo.

6.- Desde el punto de vista estrictamente agrícola, el tratamiento de aguas residuales no resultó conveniente, tomando en cuenta que durante el proceso, se remueve una cantidad considerable de nutrientes, susceptibles de ser aportados al suelo para mejorar su fertilidad.

7.- De los cultivos evaluados solamente en la cebolla se tiene una respuesta significativa a los tratamientos por parte de las variables evaluadas.

8.- La ausencia de resultados significativos en el cultivo de lechuga, es ocasionada por características propias de la planta, obteniéndose en general el mayor rendimiento con agua blanca y tratada a la dosis  $2/3$  y  $1/3$  de fertilización.

9.- Con relación a la cebolla, el rendimiento obtenido con agua cruda supera ampliamente el logrado con agua tratada y blanca, es importante señalar que acorde al diseño experimental, parcelas divididas, para obtener significancia estadística en este factor es necesaria la fertilización.

10.- Cuando se utilizo agua cruda o tratada para irrigar cebollas, la dosis de fertilización normal puede reducirse hasta en un 66% sin que se afecte significativamente el rendimiento.

11.- El empleo de aguas residuales crudas y tratadas para fines agrícolas, debe formar parte de un paquete tecnológico -- donde se incluyan aspectos como uso de fertilizantes, plaguicidas etc.

Las recomendaciones emanadas del presente estudio son:

- 1.- Efectuar la irrigación con aguas residuales en varios cultivos, para determinar cuales tienen respuestas mas favorables hacia el agua residual, tanto cruda como tratada.
- 2.- Experimentar con cultivos perennes para caracterizar las aguas empleadas durante todo el año y determinar efectos tanto nocivos como favorables en los cultivos.
- 3.- Realizar investigaciones contínuas en el mismo suelo para observar los posibles efectos a largo plazo ocasionados por las aguas residuales.
- 4.- Continuar investigaciones, con la finalidad de detectar efectos toxicos causados por la presencia de desechos industriales ó domésticos como pueda ser; metales pesados, detergentes y otros productos no biodegradables.
- 5.- Realizar investigaciones referentes a la actividad microbiologica que pueda ejercer la adición de aguas residuales en la reducción del contenido de materia orgánica en suelos.
- 6.- Investigar la actividad microbiologica de estas aguas residuales en el cultivo de la lechuga, para detectar la causa del comportamiento aleatorio ante el diseño experimental propuesto.

**CAPITULO 6**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arevalo V.J., 1984, Algunos componentes del crecimiento de vides Cvs. Carinagaane y Cabernet Sauvignon, bajo riego con Aguas negras, Tesis Profesional UACH.
2. Butt, A.M., 1968, Vegetative growth, morphogenesis and Carbohidrates content of the onion Plant as a Fuction of light and temperature under field and controlled conditions, H. Veenman & Zanen N.V., Wageninger, the Netherlands.
3. Ben sink, J. 1971, On Morphogenesis of lecttuce leaves in relation to light and temperature, H. Veenman & Zanen N.V.-Wageninger the Netherlands.
4. Cantú V.J., 1972, Prueba de adaptación y rendimiento de 12 sorgos forrajeros (regados con Aguas negras) en general Escobedo N.L., Tesis Profesional, UANL.
5. Díos H.J., 1977, producción de Maíz Forrajero regado con -- Aguas negras en el D.R. 88, Chiconautla, Méx., Tesis Profesional, ENA.
6. Domínguez V.A., 1978, Abonos Minerales, Ministerio de Agricultura, Madrid.
7. Echartea, C.E., 1973, Prueba comparativa de adaptación y rendimiento de 8 variedades de remolacha forrajera (Beta - Vulgaris L.), regadas con Aguas negras en General Escobedo N.L., Tesis Profesional, UANL.

8. Engineering Science, for Monterrey Regional Water Pollution control agency, 1981, M.W.R.S.A., phase III year one-annual report, Berkeley California.
9. Engineering Science, for Monterrey Regional water pollution control agency, 1982, M.W.R.S.A., phase III year two-annual report, Berkeley California.
10. Engineering Science, for Monterrey Regional water pollution control agency, 1984, M.W.R.S.A., phase III year four, annual report, Berkeley California.
11. García E., 1978, los Climas del Valle de México C.P. Chapingo-SARH.
12. García P.A., 1967, La lechuga su cultivo y comercialización tratados de especialización Agrícola Oikos-Tau.
13. Guanos y Fertilizantes de México, S.A., 1973, Análisis Químicos de Suelos y Plantas con fines de diagnóstico de necesidades de fertilizantes. México.
14. Huereca T.E., 1968, Efecto de 4 fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento de Cebolla, Tesis Profesional, ITESM.
15. Kreyszing E., 1982, Matemáticas avanzadas para ingeniería, Vol. II, Trillas, México.
16. Little, M., Jackson, H.F., 1983, Métodos estadísticos para investigación en la Agricultura, trillas, México.

17. Mascareño C.F., 1974, Estudio preliminar sobre contaminación de los Suelos y de la Producción Agrícola en el D.R.-03 por el uso de Aguas negras, Tesis Profesional, ENA.
18. Méndez Ignacio, 1980, Experimentos factoriales confundidos, comunicaciones técnicas, IIMAS, UNAM.
19. Metcalf & Eddy, 1972, Wastewater Engineering, series in Water resources and Environmental Engineering, MC. Graw-Hill, U.S.A.
20. Montes de Oca M., 1979, Topografía, representaciones y Servicios de Ingeniería, México.
21. Moreno D.L., 1977, Respuesta de la Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) a 3 dosis de fertilización nitrogenada, 3 frecuencias de Riego y 2 láminas de Riego aplicados con Riego por goteo, Tesis Profesional, ENA.
22. National Academy of Science, 1976, atlas of national data on united states and canadian Feeds, Washington D.C.
23. Ortiz R.A., 1982. Respuesta de la Cebolla (*Allium cepa* L.) a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y materia orgánica. Tesis Profesional. ITESM .
24. Peñuelos, F.G., 1974, Efecto de la fertilización con nitrógeno y estiercol en el rendimiento del cultivo de cebolla en Apodaca N.L., Tesis Profesional ITESM.



25. PRONASEL-SARH, 1983, Instructivo para el establecimiento - de un huerto familiar colectivo, México.
26. Reyes C.P., 1980, Diseño de experimentos aplicados, Trillas, México.
27. Rojas A.A., 1983, Respuesta de la Cebolla a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y materia orgánica. Tesis profesional, ITESM.
28. SARH, Datos Climáticos de la estación Hidrométrica Molino - Blanco, Departamento de Hidrometría, SARH, México.
29. SARH, 1976, Información Agropecuaria, DGEA. México.
30. SARH, 1982, Manual de Conservación del Suelo y del Agua Dirección General de Conservación del Suelo y del Agua, México.
31. SARH, 1981, Tratabilidad biológica de las Aguas residuales industriales combinadas del Río de los Remedios, Méx. - --- DGUAPC, México.
32. Saucedo E.J., 1983, Notas de la cátedra de Horticultura Avanzada, UNAM, FES-C.
33. Seoanez, C.M., 1978, Aprovechamiento y Tratamientos Agrarios de las Aguas residuales Urbanas, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid.

34. Sosa M.H., 1982, Notas de la Cátedra de uso del Agua, UNAM, FES-C.
35. S.R.H., 1970, Uso Agrícola de las Aguas negras, comisión Hidrológica de la cuenca del Valle de México.
36. Thomson, W.T., 1982, Agricultural Chemicals, Book II, Herbicides, Thomson publications, Fresno California, U.S.A.
37. Thomson, W.T., 1983, Agricultural, Book I, Insecticidas, - Thomson publications, Fresno, California, U.S.A.
38. Zamora, J. 1978, El modo de acción de 2-(4-Tiazolil) benzimidazole (Tiabendazole: una gufa modelo para su actividad biológica, Merck Sharp & Dohme de México, S.A.

ANEXOS

TABLA A-1 .

LISTA CRONOLOGICA DE OPERACIONES AGRICOLAS PARA EL CULTIVO DE CEBOLLA EN MOLINO BLANCO, NAUCALPAN MEX.

DURANTE 1984-1985

FECHA	OPERACION	DESCRIPCION
29-MAYO-1984	FUMIGACION DE SUSTRATO PARA ALMACIGO.	SE USO BROMURO DE METILO <sup>1</sup> DOSIS, LIBRA -- /m <sup>3</sup> DE SUSTRATO.
04-JUN.-1984	SIEMBRA DE ALMACIGO.	LA VARIEDAD EMPLEADA FUE ECLIPSE L 303
19-21-JUN.-84.	LA-BRANZA DE PARCELA	CON AZADON, PICO Y PALA A 20cm. DE PROFUNDIDAD.
21-JUN.-1984	ADICION DE FRACCION ORGANICA A SUELO DE PARCELA.	SE MEZCLO CON EL SUELO USANDO RASTRILLO
28-30-JUN.-84.	SURCADO EN PARCELAS.	CON AZADON Y RASTRILLO A 90cm. DE SEPARACION.
20-22-AGO.-84	TRASPLANTE	LA PLANTULA SE TRATO CON TIABENDAZOL AL 2% EN AGUA.
20-22-AGO.-84	RIEGO DE TRASPLANTE	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L.R. 10cm.
07-SEP.-1984	REPLANTACION	LA PLANTULA SE TRATO CON TIABENDAZOL AL 2% EN AGUA.
20-SEP.-1984	ASPERSION FERTILIZANTE FOLIAR	FORMULA 10-15-5, 2 Kg./ha.
20-SEP.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	DIMETOATO 1.5 L/ha.
20-SEP.-1984	ASPERSION DE FUNGICIDA.	TIABENDAZOL 1.0 Kg./ha.

- 1) Las dosificaciones de plaguicidas se refiere a productos comerciales.
- 2) Los tipos de agua son blanca, tratada y cruda, después de cada riego se efectuó un aporque.
- 3) La fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio, la de fósforo superfosfato triple. #.....

TABLA A-1 . - CONTINUACION .

FECHA	OPERACION	DESCRIPCION
25-SEP.-1984	FERTILIZACION	FORMULA 100-120-00 AJUSTADA A NUTRIENTES EN EL SUELO.
01-OCT.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L.r. 10cm.
04-OCT.-1984	ASPERSION DE HERBICIDA.	FLUAZIFOP-BUTYL AL 1% EN AGUA, CON SURFACTANTE 7.5ml./L. DE MEZCLA.
04-OCT.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	DIMETOATO 1.5L/ha.
22-OCT.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L.r.10cm.
24-OCT.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	NALED 1.5 L/ha.
31-OCT.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	DIMETOATO Y NALED, 1.5 L/ha.cada uno
05-NOV.-1984	FERTILIZACION	FORMULA 100-00-00
06-NOV.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L.r.10cm.
09-NOV.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	DIMETOATO Y NALED 1.0L/ha.cada uno
21-NOV.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L.r.10cm.
05-DIC.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L.r.10cm.
03-ENE.-1985	COSECHA	SE EXTRAJO EL TOTAL DE PLANTAS.

#.....

TABLA A-2 .

LISTA CRONOLOGICA DE OPERACIONES AGRICOLAS PARA EL CULTIVO -  
DE LECHUGA EN MOLINO BLANCO, NAUCALPAN MEX.

FÉCHA	DURANTE 1984-1985 OPERACION	DESCRIPCION
12-21-JUN.-84.	LABRANZA DE PARCELAS	CON AZADON, PALA Y PICO A 20cm. DE PROFUNDIDAD.
21-JUN.-1984	ADICION DE FRACCION ORGANICA A SUELO DE PARCELAS	SE MEZCLO CON EL SUELO UTILIZANDO RASTRILLO.
28-30-JUN. 84.	SURCADO EN PARCELAS	EN FORMA MANUAL A 90cm. DE SEPARACION
20-22-AGO.-84.	SIEMBRA	VARIEDAD CLIMAX 2-4 SEMILLA POR MATA.
20-22-AGO.-84.	RIEGO DE SIEMBRA	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L. r. 10 cm.
18-20-SEP.-84.	TRASPLANTE	SE EFECTUO DONDE LA SEMILLA FUE ARRASTRADA POR LLUVIA.
18-20-SEP.-84.	ACLAREO	SE DEJO UNA PLANTA POR MATA.
20-SEP.-1984	ASPERSION DE FERTILIZANTE FOLIAR.	FORMULA 10-15-5,2 L/ha.
20-SEP.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	DIMETOATO 1.5L/ha.
20-SEP.-1984	ASPERSION DE FUNGICIDA	TIABENDAZOL 1Kg./ha.
25-SEP.-1984	FERTILIZACION	50-75-00 AJUSTADA EN FUNCION DE NUTRIENTES EXISTENTES EN EL SUELO.

1) Los tipos de agua son blanca, tratada y cruda, después de cada riego se efectuó un aporque.

2) Las dosis de plaguicidas se refieren a productos comerciales.

3) La fuente de nitrógeno fue sulfato de Amonio, la de Fósforo, Superfosfato Triple.

#.....

TABLA A-2 . -CONTINUACION.

FECHA	OPERACION	DESCRIPCION
01-OCT.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L. r. 10cm.
04-OCT.-1984	ASPERSION DE HERBICIDA.	FLUAZIFOP-BUTYL AL 1% EN AGUA CON SURFACTANTE 7.5ml./l. DE MEZCLA.
04-OCT.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	DIMETOATO 1.5 L/ha.
22-OCT.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L. r. 10cm.
24-OCT.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDA.	NALED 1.5 L/ha.
31-OCT.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDAS.	DIMETOATO Y NALED MEZCLADOS 1.5L/ha. cada uno.
05-NOV.-1984	FERTILIZACION	FORMULA 50-00-00
06-NOV.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA L. r. 10 cm.
09-NOV.-1984	ASPERSION DE INSECTICIDAS.	DIMETOATO Y NALED MEZCLADOS 1 L/ha. cada uno.
21-NOV.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS AGUA L. r. 10 cm.
30-NOV.-1984	COSECHA	PLANTAS CON MADUREZ COMERCIAL.
05-DIC.-1984	RIEGO	CON LOS TRES TIPOS DE AGUA, L. r. 10cm.
12-DIC.-1984	COSECHA	PLANTAS CON MADUREZ COMERCIAL.
03-ENE.-1985	COSECHA	SE COSECHO EL TOTAL DE PLANTAS.

#.....

TABLA A-3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PLAGUICIDAS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO

Tipo de Plaga a Controlar.	Tipo de Plaguicida.	Nombre común y Formulación. *	Dosis utilizada	Modo de acción	Dosis letal media DL50-oral rata - mg/kg.
Hierbas de Hoja angosta	Herbicida	Fluazifop-butyl E.C. 25%	Diluido al 1% - de Agua	Es un producto sistémico, se absorbe por las Hojas de la maleza y se traslada por el xilema y el floéma, interfiere en la síntesis de ATP.	3328
Hongos	Fungicida	Tiabendazol W.P. 60%	1.0Kg./ha.	Es sistémico - se absorbe por las hojas de las Plantas y actúa sobre el sistema Terminal de Trans-portación de electrones en la mitocondria del Hongo.	3300
Insectos	Insecticida	Dimetoato E.C. 40%	1.5 L./ha	El Dimetoato actúa por contacto, Inhalación y sistémico, el Naled - por contacto e ingestión, ambos inhiben la acción de la acetilcolinesterasa en el -	250
Insectos	Insecticida	Naled E. C. 65%	1.5 L./ha		



CONTINUACION TABLA A-3

Tipo de Plaga a controlar	Tipo de Plaguicida.	Nombre común y Formulación.*	Dosis utilizada	Insecto.	Dosis letal media DL50 oral, rata - mg/Kg
Plagas en General	Fumigante	Bromuro de metilo gas licuado al 98%	0.450 Kg/m <sup>3</sup> de Suelo	Tiene acción - Fumigante sobre todas las plagas del Suelo.	

\*) E. C. = Concentrado Emulsionable.

W. P. = Polvo humectable.

TABLA A-4 .

CEBOLLA: DOSIS DE FERTILIZACION APLICADA POR SUBPARCELA AJUSTADA A LOS MACRONUTRIENTES DISPONIBLES EN EL SUELO.

No. PARCELA1	FORMULA DISPONIBLE2	FORMULA ADICIONAL
1101	7.5-7.5-325	192.5-112.5-0
1102	7.5-7.5-325	128.3-75-0
1103	7.5-7.5-325	64.2-37.5-0
1104	7.5-7.5-325	0-0-0
1201	15-10-250	185-110-0
1202	15-10-250	123.3-73.3-0
1203	15-10-250	61.6-36.6-0
1204	15-10-250	0-0-0
1301	15-5-250	185-115-0
1302	15-5-250	123.3-76.6-0
1303	15-5-250	61.6-38.3-0
1304	15-5-250	0-0-0
2101	7.5-5-225	192.5-115-0
2102	7.5-5-225	128.3-76.6-0
2103	7.5-5-225	64.2-38.3-0
2104	7.5-5-225	0-0-0
2201	15-10-275	185-110-0
2202	15-10-275	123.3-73.3-0
2203	15-10-275	61.6-36.6-0
2204	15-10-275	0-0-0
2301	5-7.5-200	195-112.5-0
2302	5-7.5-200	130-75-0
2303	5-7.5-200	65-37.5-0
2304	5-7.5-200	0-0-0

1) La 1a. cifra indica No. de Bloque, la 2a. tipo de Agua -- (1=Blanca, 2=Cruda, 3=Tratada) y la 3a. y 4a. la Dosis de Fertilización (01=3/3, 02=2/3, 03=1/3, 04=0/3 del total recomendado).

2) Los datos corresponden al análisis, para determinación de macronutrientes en suelo previo a la fertilización.

#.....

TABLA A-5 .

LECHUGA : DOSIS DE FERTILIZACION APLICADA POR SUBPARCELA AJUSTADA A LOS MACRONUTRIENTES DISPONIBLES EN EL SUELO.

No. PARCELA1	FORMULA DISPONIBLE2	FORMULA ADICIONADA
1101	10-5-275	90-70-0
1102	10-5-275	60-46.6-0
1103	10-5-275	30-23.3-0
1104	10-5-275	0 - 0 - 0
1201	5 - 5 -150	95-70-0
1202	5 - 5 -150	66.3-46.6-0
1203	5 - 5 -150	31.6-23.3-0
1204	5 - 5 -150	0 - 0 - 0
1301	7.5-7.5-150	92.5-52.5-0
1302	7.5-7.5-150	61.6-35-1
1303	7.5-7.5-150	30.8-17.5-0
1304	7.5-7.5-150	0 - 0 - 0
2101	10-7.5-150	90-67.5-0
2102	10-7.5-150	60-45-0
2103	10-7.5-150	30-22.5-0
2104	10-7.5-150	0 - 0 - 0
2201	5-7.5-275	95-67.5-0
2202	5-7.5-275	66.3-45-0
2203	5-7.5-275	31.6-22.5-0
2204	5-7.5-275	0 - 0 - 0
2301	10-10-150	90-65-0
2302	10-10-150	60-43.3-0
2303	10-10-150	30-21.6-0
2304	10-10-150	0 - 0 - 0

1) La 1a. cifra indica el No. de Bloque, la 2a. el tipo de Agua ( 1=Blanca, 2=Cruda, 3=Tratada) y la 3a. y 4a. la Dosis de Fertilización (01=3/3, 02=2/3, 03=1/3, 04=0/3 del total recomendado).

2) Resultados del análisis para determinación de nutrientes en suelo previo a la fertilización.

#.....

TABLA A-6

ANALISIS DE VARIANZA RENDIMIENTO DE CEBOLLA (TONS/HA)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.
TOTAL	23	1482.46		
PARCELAS GRANDES	5	447.73		
BLOQUES	1	329.11	329.11	11.17
RIEGO	2	59.68	29.84	1.01 ns
ERROR A.	2	58.94	29.47	
FERTILIZACION	3	649.26	216.42	12.68**
RIEGO X FERTILIZACION	6	231.88	38.65	2.26 ns
ERROR B.	9	153.59	17.07	

\*\*) Significativo al nivel del 1%

ns) No significativo

TABLA A-7

ANALISIS DE VARIANZA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE CEBOLLA Cm./SEMANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.
TOTAL	23	20.46		
PARCELAS GRANDES	5	8.05		
BLOQUES	1	5.33	5.33	3.98
RIEGO	2	0.04	0.02	0.015 ns
ERROR A.	2	2.68	1.34	
FERTILIZACION	3	7.89	2.63	20.23**
RIEGO X FERTILIZACION	6	3.38	0.56	4.31*
ERROR B.	9	1.14	0.13	

\*) Significativo al nivel de 5%

\*\*) Significativo al nivel de 1%

ns) No signitcativo.

TABLA A.8 ANALISIS DE VARIANZA NITROGENO TOTAL EN CEBOLLA ANTES DE LA 2a. FERTILIZACION % EN PLANTAS.

<u>FUENTE DE VARIACION</u>	<u>G. L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F.</u>
TOTAL	23	6.47		
PARCELAS GRANDES	5	1.97		
BLOQUES	1	0.17	0.17	1.54
RIEGO	2	0.22	0.11	0.14
ERROR A.	2	1.58	0.79	
FERTILIZACION	3	2.28	0.76	4.75*
RIEGO X FERTILIZACION	6	0.78	0.13	0.81 ns.
ERROR B.	9	1.44	0.16	

\*) Significativo al nivel de 5%

n.s) no significativo

TABLA A-9 ANALISIS DE VARIANZA NITROGENO TOTAL EN CEBOLLA EN LA COSECHA % EN PLANTAS.

<u>FUENTE DE VARIACION</u>	<u>G. L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F.</u>
TOTAL	23	3,6403		
PARCELAS GRANDES	5	1.699		
BLOQUES	1	0.6897	0.6897	2.276
RIEGO	2	0.403	0.2015	0.665 ns.
ERROR A.	2	0.606	0.303	
FERTILIZACION	3	0.6643	0.2214	3.565 ns.
RIEGO X FERTILIZACION	6	0.7261	0.121	1.9485 ns.
ERROR B.	9	0.5589	0.0621	

n.s) no significativo.

TABLA A-10

ANALISIS DE VARIANZA RENDIMIENTO DE LECHUGA. (TONS./HA)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.
TOTAL	23	1697.31		
PARCELAS GRANDES	5	739.16		
BLOQUES	1	274.27	274.27	2.10
RIEGO	2	203.2	101.6	0.78 ns
ERROR A.	2	261.69	130.85	
FERTILIZACION	3	234.2	78.07	1.72 ns
RIEGO X FERTILIZACION	6	315.465	52.58	1.16 ns
ERROR B.	9	408.48	45.39	

ns) No significativo

TABLA A-11

ANALISIS DE VARIANZA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LECHUGA Cm/SEMANA.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.
TOTAL	23	2.59		
PARCELAS GRANDES	5	0.93		
BLOQUES	1	0.58	0.58	14.5
RIEGO	2	0.27	0.135	3.38 ns
ERROR A.	2	0.08	0.04	
FERTILIZACION	3	0.29	0.145	1.21 ns
RIEGO X FERTILIZACION	6	0.30	0.05	0.42 ns
ERROR B.	9	1.07	0.12	

ns) No significativo

TABLA A-12 ANALISIS DE VARIANZA, NITROGENO TOTAL EN ANTES DE LA 2a. FERTILIZACION % EN PLANTAS

<u>FUENTE DE VARIACION</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>	<u>F.</u>
TOTAL	23	13.48		
PARCELAS GRANDES	5	4.81		
BLOQUES	1	0.361	0.361	0.288
RIEGO	2	1.94	0.969	0.722 ns
ERROR A.	2	2.509	1.255	
FERTILIZACION	3	0.677	0.226	0.052 ns
RIEGO Y FERTILIZACION	6	4.108	0.685	1.586 ns
ERROR B.	9	3.885	0.432	

TABLA 4-13 ANALISIS DE VARIANZA NITROGENO TOTAL EN LECHUGA EN LA COSECHA % EN PLANTAS

<u>FUENTE DE VARIACION</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>	<u>F.</u>
TOTAL	23	2.1828		
PARCELAS GRANDES	5	0.20305		
BLOQUES	1	0.00026	0.00026	0.002863
RIEGO	2	0.02117	0.010585	0.116562 ns
ERROR A.	2	0.18162	0.09081	
FERTILIZACION	3	0.49503	0.16501	1.8112 ns
RIEGO X FERTILIZACION	6	0.6651	0.11085	1.2173 ns
ERROR B.	9	0.81962	0.09106	

ns) No significativo

TABLA A-14  
ANALISIS DE VARIANZA PESO PROMEDIO DE PLANTAS DE LECHUGA COSECHADAS  
GRAMOS/PLANTA.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.
TOTAL	23	129607.20		
PARCELAS GRANDES	5	74396.5		
BLOQUES	1	4344.1	4344.1	0.2696
RIEGO	2	37829.1	18914.55	1.1739 ns
ERROR A.	2	32223.3	16166.65	
FERTILIZACION	3	3638.8	1212.93	0.3749 ns
RIEGO X FERTILIZACION	6	22460.1	3743.35	1.1572 ns
ERROR B.	9	29111.8	3234.64	

ns) No significativo

TABLA A-15  
ANALISIS DE VARIANZA PLANTAS DE LECHUGA COSECHADA % DE PLANTAS.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.
TOTAL	23	10319.98		
PARCELAS GRANDES	5	4068.153		
BLOQUES	1	2048.321	2048.321	4.95
RIEGO	2	1192.793	596.396	1.44 ns
ERROR A.	2	827.039	413.519	
FERTILIZACION	3	1533.273	511.091	1.81 ns
RIEGO X FERTILIZACION	6	2178.567	363.09	1.286 ns
ERROR B.	9	2539.987	282.22	

ns) No significativo