

454

DENSIDADES DE POBLACION, VOLUMENES DE AGUA Y DOSIS VARIABLE  
DE NITROGENO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa L)  
CON RIEGO POR GOTEO

TESIS

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Benjamín Valdez Gascón

Como requisito parcial para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo con espe-  
cialidad en Irrigación.

Junio de 1983

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



Esta tesis fue realizada bajo la dirección del con  
sejo particular y aprobada y aceptada como requisi  
to parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:  
IRRIGACION

CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR:           ING. VICTOR MANUEL BURQUEZ CANO

CONSEJERO:       ING. CARLOS EFREN RAMIREZ CONTRERAS

CONSEJERO:       ING. MARCO ANTONIO HUEZ LOPEZ



## AGRADECIMIENTOS

Al Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR) por las facilidades prestadas para la realización de esta tesis.

Al Personal del Departamento de Divulgación del CENAMAR por su ayuda en los trabajos de dibujo e impresión.

A la Srita. Ma. del Socorro Landeros Sánchez y Sra. Ma. Teresa Navarro, por su colaboración en el trabajo de mecanografía.

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en la elaboración de este trabajo de tesis.



## DEDICATORIA

A mis Padres:

Esteban y María con inmenso amor y respeto

A mi Esposa y a mi Hija:

Berenice y Saydh con profundo amor

A mis Hermanos:

Ricardo, Eduardo, Esteban, Daniel, Martín, Refugio  
Carmen y Luis, por el apoyo que me han brindado.

A mi Abuelita:

Lorenza, con todo el cariño de siempre.

A mis Amigos.



## CONTENIDO

|   | Página |
|---|--------|
| INTRODUCCION                                    | 1      |
| LITERATURA REVISADA                             | 5      |
| MATERIALES Y METODOS                            | 14     |
| Localización del Lugar                          | 14     |
| Características Generales del Suelo             | 15     |
| Clasificación del Agua de Riego                 | 16     |
| Consideraciones Agronómicas                     | 16     |
| Diseño Estadístico                              | 17     |
| Factores Estudiados                             | 17     |
| Densidades de Población                         | 18     |
| Fertilización                                   | 18     |
| Volumen de Agua                                 | 19     |
| Tratamientos Resultantes                        | 20     |
| Metodología de Riego                            | 22     |
| Establecimiento del Volumen de Suelo Humedecido | 22     |
| Riego de Implantación al Testigo                | 28     |
| Riego de Tratamientos                           | 29     |
| Gasto del Gotero para el Riego de Tratamientos  | 30     |
| Sistema Hidráulico                              | 32     |
| Diseño Hidráulico                               | 32     |
| VARIABLES RESPUESTA                             | 33     |
| RESULTADOS Y DISCUSION                          | 34     |
| Comportamiento Fenológico del Cultivo           | 34     |
| Datos Climatológicos Observados                 | 34     |
| Volúmenes de Agua Aplicados                     | 34     |



|                                     | Página |
|-------------------------------------|--------|
| Análisis Estadístico                | 36     |
| Análisis de las Variables Respuesta | 36     |
| CONCLUSIONES                        | 42     |
| LITERATURA CITADA                   | 44     |
| APENDICE                            | 47     |



## INDICE DE CUADROS

| Cuadro |   | Página |
|--------|---|--------|
| 1      | Datos Climatológicos Registrados durante el Experimento de Lechuga y Promedio de Seis Años  | 15     |
| 2      | Niveles del Factor Densidad de Población  | 18     |
| 3      | Niveles del Factor Fertilización  | 19     |
| 4      | Niveles de Volumen de Agua y Porcentajes de la Evaporación Utilizados   | 20     |
| 5      | Tratamientos Resultantes  | 21     |
| 6      | Datos de la Distribución en Campo de las Densidades de Población en la Parcela Experimental, para el Experimento de Lechuga con Riego por Goteo | 22     |
| 7      | Gasto por Gotero para cada Coeficiente  | 30     |

## INDICE DE FIGURAS

| Figura |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Areas de Influencia consideradas en los Tratamientos                 | 23     |
| 2      | Gráfica de la Curva de Ascenso Capilar para el Suelo del Experimento | 26     |



## INDICE DEL APENDICE

### Cuadro

- 1 Necesidades de tubería y accesorios para el experimento de lechuga con riego por goteo.
- 2 Datos climatológicos registrados durante el ciclo vegetativo del cultivo.
- 3 Características físicas y químicas del suelo del sitio experimental.
- 4 Características químicas del agua de riego.
- 5 Características físicas y químicas de la arena de río utilizada en el almacigo.
- 6 Formulación empleada en la preparación de la solución nutricional para el riego del almacigo de lechuga.
- 7 Descripción del tratamiento para solubilizar el superfosfato triple de calcio.
- 8 Volúmenes de agua aplicados en el experimento de lechuga con riego por goteo.
- 9 Porcentaje de arraigo en el experimento de lechuga con riego por goteo.
- 10 Análisis de varianza para la variable " Porcentaje de arraigo "
- 11 Diámetro medio (cm) por pieza de primera calidad en el experimento de lechuga con riego por goteo.
- 12 Análisis de varianza para la variable " Diámetro Medio "
- 13 Rendimiento de lechuga de primera calidad (ton/ha) con riego por goteo.
- 14 Análisis de varianza para la variable " Rendimiento de Primera - Calidad (ton/ha) "



- 15 Rendimiento de lechuga de primera calidad (ton/mm<sup>3</sup>) con riego por goteo.
- 16 Análisis de varianza para la variable " Rendimiento de Primera Calidad (ton/mm<sup>3</sup>)
- 17 Rendimiento de lechuga de segunda calidad (ton/ha) con riego - por goteo.
- 18 Análisis de varianza para la variable " Rendimiento de Segunda Calidad (ton/ha) "
- 19 Rendimiento de lechuga de segunda calidad (ton/mm<sup>3</sup>) con riego- por goteo.
- 20 Análisis de varianza para la variable " Rendimiento de Segunda Calidad (ton/mm<sup>3</sup>) "
- 21 Rendimiento de lechuga total (ton/ha) con riego por goteo.
- 22 Análisis de varianza para la variable " Rendimiento Total (ton por ha.) "
- 23 Rendimiento de lechuga total (ton/mm<sup>3</sup>) con riego por goteo.
- 24 Análisis de varianza para la variable " Rendimiento Total (ton por mm<sup>3</sup>) "
- 25 Beneficios netos (pesos/ha) del experimento de lechuga con riego por goteo.
- 26 Análisis de varianza para la variable "Beneficio Neto (pesos/ha)"
- 27 Costo del equipo de riego por goteo por ha. para el cultivo de lechuga.
- 28 Costo del cabezal de control para cuatro hectáreas.
- 29 Costo de instalación por ha. de riego por goteo para el cultivo de lechuga.
- 30 Costo sub-total por ha. del cultivo de lechuga con riego por goteo.



- 31 Costos de los insumos y actividades variables empleados en el cultivo de lechuga.
- 32 Costo sub-total de producción por ha. para el cultivo de lechuga con riego por goteo.
- 33 Especificaciones en el diseño hidráulico para el sistema de riego por goteo en el experimento de lechuga.
- 34 Evaluación hidráulica del sistema de riego por goteo en el experimento de lechuga.

Figura.

- 1 Localización del lugar donde se realizó el experimento de lechuga con riego por goteo.
- 2 Distribución de tratamientos en campo del experimento de lechuga con riego por goteo.
- 3 Parcela experimental y útil
- 4 Diseño hidráulico del sistema de riego por goteo para el experimento de lechuga.
- 5 Prueba de comparación de medias para la variable "Porcentaje de Arraigo"
- 6 Prueba de comparación de medias para la variable " Diámetro Medio"
- 7 Prueba de comparación de medias para la variable " Rendimiento de Primera Calidad (ton/ha)"
- 8 Prueba de comparación de medias para la variable "Rendimiento de Primera Calidad (ton/mm<sup>3</sup>)"
- 9 Prueba de comparación de medias para la variable "Rendimiento de Segunda Calidad (ton/ha)"
- 10 Prueba de comparación de medias para la variable "Rendimiento de Segunda Calidad (ton/mm<sup>3</sup>)"



- 11 Prueba de comparación de medias para la variable "Rendimiento - Total (ton/ha)
- 12 Prueba de comparación de medias para la variable "Rendimiento - Total (ton/mm<sup>3</sup>)
- 13 Prueba de comparación de medias para la variable " Beneficio Ne to (Pesos/ha) "
- 14 Porcentajes de arraigo para los diferentes tratamientos en estudio.
- 15 Diámetro medio en cm para los tratamientos en estudio.
- 16 Rendimiento del cultivo de lechuga en ton/ha y ton/mm<sup>3</sup> para cada tratamiento.
- 17 Gráfica del beneficio neto en miles de pesos por ha. para cada - tratamiento.



## RESUMEN

El riego por goteo consiste en proporcionar el agua necesaria a los cultivos directamente en la zona radicular, a través de un sistema de tuberías, dosificándola por medio de unos dispositivos conocidos como goteros, estas características determinan que sea considerado como el método más eficiente en la aplicación del agua de riego. La introducción de este sistema de riego en el país tiene aproximadamente 13 años, lo cual lo ubica como un método de riego reciente; en este lapso de tiempo se ha desarrollado tecnología de adaptación a las condiciones existentes de suelo-agua-planta-clima, lográndose avances sustanciales en el aspecto de funcionamiento y operación de los equipos, repercutiendo en la obtención de incrementos en el rendimiento de los cultivos hortícolas y reduciendo los volúmenes de agua aplicados en frutales en comparación con los métodos tradicionales, así; el riego por goteo de una forma ó de otra ha participado en la productividad del sector agrícola.

La forma de aplicar el agua en el cultivo de hortalizas con riego por goteo ha sido con un criterio de riego donde no se ha considerado el tipo de suelo y cultivo.

En esta obra se plantea una metodología de riego apoyada en estudios de laboratorio del movimiento capilar del agua en el suelo y en las características del cultivo como son, profundidad radicular y área de influencia con el fin de determinar la separación y el gasto del gotero, para propiciar un volumen de suelo humedecido en condiciones de humedad a capacidad de campo ó muy cercana a este punto.

Esta investigación tuvo como objetivos determinar la respuesta del cultivo de lechuga a las densidades de población, volúmenes de agua y



dosis de nitrógeno con la metodología propuesta, además determinar - el máximo beneficio neto del cultivo con riego por goteo.

Los resultados obtenidos mostraron que el mejor rendimiento se obtuvo con una densidad de población de 160,000 plantas/ha, un volumen de agua de 5,960 m<sup>3</sup> y una dosis de 80 kg de nitrógeno, siendo este de 72.04 toneladas por hectárea. El máximo beneficio neto correspondió al mismo tratamiento con una utilidad de \$ 244,675.53 pesos - por hectárea.



## INTRODUCCION

El riego por goteo en México es una técnica relativamente nueva, la primera instalación data del año de 1969, existiendo para el año de 1981 una superficie aproximada de 11,740 Has., ocupadas en su mayoría por frutales; las ventajas que se han observado en torno a este sistema de riego con respecto al tradicional son; las de utilizar suelos con topografía accidentada, aguas con altos contenidos de sales, adelantar la época de producción de los cultivos, propiciar ahorros de agua por concepto de mayor eficiencia en la conducción y aplicación; estas características entre otras, determinaron que en la década pasada el riego por goteo tuviera gran auge en México, en un principio el funcionamiento y operación de estos equipos estaba restringido a técnicas adoptadas del extranjero sin ser siempre las más convenientes, hubo necesidad de desarrollar tecnología acorde a las condiciones de suelo-agua-clima-planta existentes en el país, así fue como se empezaron a realizar investigaciones enfocadas a -determinar el cuanto y el cuando regar, también se inició el estudio sobre las características de funcionamiento hidráulico de los componentes de los equipos.

Los resultados obtenidos en centros de investigación y en empresas particulares dedicadas al estudio del riego por goteo así como la aportación de técnicos especialistas en esta rama en seminarios nacionales e -internacionales han llevado a generar metodología en funcionamiento y --operación de los equipos, capaz de incrementar los rendimientos y garantizar que la uniformidad y eficiencia del riego en las tierras con topografía accidentada se mantenga como en suelos planos..

La experimentación en riego por goteo con cultivos hortícolas ha demostrado que el rendimiento se incrementa hasta más de cuatro veces con-



respecto al obtenido con riego por superficie, tal es el caso del cultivo de melón donde el rendimiento con riego por goteo ha sido de 128 ton/ha. contra los rendimientos de 20 a 30 ton/ha. obtenidos con riego por superficie ó en el cultivo de lechuga donde se ha logrado obtener 89.6 ton/ha contra 10 a 20 ton/ha. con riego superficial, en forma general se ha determinado que el riego por goteo incrementa los rendimientos respecto a los obtenidos tradicionalmente en el cultivo de hortalizas, pero el alto costo de inversión inicial que requiere la instalación de este sistema de riego, así como lo inestable del precio del producto en el mercado -- han influido en forma adversa a su utilización en estos cultivos, por lo tanto, es justificable y necesario el seguir investigando con este sistema de riego en dos aspectos, buscando el abatimiento máximo de los costos de inversión inicial y en la obtención de mayores rendimientos haciendo un uso adecuado del sistema.

En el Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR) se ha desarrollado investigación en el cultivo de hortalizas con riego por goteo lográndose incrementos notables en rendimiento, sin embargo, se había limitado la investigación a la aplicación de un criterio de riego donde la separación entre goteros era de 0.50 m en cultivos de hileras independientemente del tipo de cultivo (repollo, lechuga, chile, tomate) y del tipo de suelo. Por tanto, no se consideraba el movimiento del agua en el suelo, ni el tipo de cultivo. El método presentado en esta obra contempla el movimiento capilar del agua en el suelo que es el que prevalece en riego por goteo, así también considera aspectos importantes del cultivo como son área de influencia y profundidad radicular, en este caso donde el cultivo es la lechuga el espaciamiento entre goteros es mayor del utilizado comúnmente propiciando menor número de goteros por ha. reduciendo así la-



inversión inicial por concepto de equipo.

En este trabajo se escogió el cultivo de lechuga por ser uno de los tres principales cultivos hortícolas que se siembran en la Región en el subciclo otoño-invierno (fecha en que se llevó el experimento) donde es importante incrementar rendimientos, a la vez de ser el cultivo donde -- existe más información con riego por goteo lo cual es fundamental para -- tener mayor rango de comparación en el análisis de los resultados generados con la metodología de riego que considera las características físi--cas del suelo, así como las exigencias del cultivo con respecto al estrato que requiere para la difusión de sus raíces.

En el ciclo agrícola 1979-1980 la superficie dedicada a especies -- hortícolas en la Región Lagunera, fue de 5,413 has. de las cuales 333 has. correspondieron al subciclo otoño-invierno generando un beneficio de 8.1 millones de pesos, lo que proporcionó un ingreso de 24 mil pesos por ha. predominando los cultivos de lechuga, repollo y cebolla, donde la lechuga ocupó una superficie de 90 has. con un rendimiento promedio de 11.17 ton/ha. y un beneficio de 2.5 millones de pesos, en el subciclo primavera-verano la superficie dedicada a hortalizas fue de 5,080 has. obteniéndose beneficios por 522.3 millones de pesos equivalente a un ingreso -- promedio de 102 mil pesos por ha. los cultivos predominantes fueron: Tomate, melón y sandía.

De lo anterior se concluye que las hortalizas de otoño-invierno devengan ganancias menores que las obtenidas con los cultivos hortícolas--de primavera-verano; ésto es por los bajos rendimientos obtenidos por -- unidad de superficie y la inestabilidad en el precio del producto al momento de cosechar.

El presente trabajo se enfocó a alcanzar los siguientes objetivos:



- Determinar la respuesta del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L) a las densidades de población, volúmenes de agua y dosis de nitrógeno -- con la metodología de riego basada en la formación de un volumen de suelo humedecido con riego por goteo.

- Obtener el beneficio neto máximo para el cultivo de lechuga con riego por goteo.



## LITERATURA REVISADA

Guenko (1974) señala que la lechuga procede de la especie silvestre Lactuca scariola L. que se encuentra difundida en Europa Central y del Sur y en la parte central de la U.R.S.S. su importancia como alimento es triba en el contenido de vitaminas y sales minerales. Respecto a las características botánicas, señala lo siguiente:

Sistema de Raíces. Está situado principalmente en una capa de suelo a -- profundidad de 5-30 cm., después de haber crecido completamente la planta, las raíces laterales se ramifican intensamente y penetran en la capa del suelo a la profundidad de 60 cm.

Hojas.- Las hojas son sésiles lisas de tonalidad verde amarillo hasta mo rado claro, de limbo entero y dentados en distinto grado.

Tallo.- En las primeras etapas el tallo crece muy lentamente y no ramifi ca, gracias a ésto se forma la roseta de hojas y los repollos.

Flores.- La inflorescencia es un capítulo constituido de 15-25 flores -- que son amarillas y hermafroditas, las flores se autopolinizan pero es - posible también la polinización cruzada.

Semillas.- Son alargadas, más aguzadas del lado del hilo que del lado -- del ápice, las semillas empiezan a germinar a las temperaturas de 2-3°C- pero la más propicia es la de 20-25°C (4).

Karmelí en 1974 al mencionar algunas ventajas agronómicas del siste ma de riego por goteo afirma que la calidad y el rendimiento de cosechas en hortalizas se aumenta, no siendo válido ésto para árboles frutales; - también que las enfermedades fungosas se evitan al controlar la aplica-- ción del agua, así mismo el contenido de humedad se mantiene cerca a la capacidad de campo, estando muy relacionada la alta productividad con --



las tensiones bajas de agua en el suelo; indica también que el patrón de mojado se limita al espacio de influencia del gotero ó de la línea de goteros (7).

Kramer (1974) indica que la aereación del ámbito de las raíces es - frecuentemente un factor limitativo para el crecimiento y funcionamiento de la raíz, causando una reducción del crecimiento de la parte aérea, angostamiento y amarillez de las hojas y por último un caos en la planta - que culmina con la muerte de ésta, si el suelo está saturado (8).

Sampat (1976) menciona que la aereación es un proceso de intercambio de los gases consumidos o producidos bajo la superficie del suelo con los de la atmósfera y dado que la mayoría de las reacciones biológicas consumen oxígeno y dan como sub-producto bióxido de carbono es importante el - proceso de aereación (respiración aeróbica) cuando se considera el crecimiento de las plantas, este efecto puede dividirse en dos partes:

- Efecto sobre los constituyentes del suelo que a su vez influyen sobre el crecimiento de las plantas.
- Efecto directo de las condiciones fisiológicas de las plantas en general; se considera que la proporción y composición de los constituyentes gaseosos encontrados en el suelo, influyen en el crecimiento de las plantas (26).

Valenzuela (1971) asegura que las ventajas que se obtienen al utilizar el riego por goteo son:

- Aumento en la producción en cantidad y calidad
- Ahorro de agua, evitando pérdidas por conducción y aplicación
- Ventajas al utilizar suelos y aguas de mala calidad
- Utilización de terrenos con topografía accidentada (27)



Rosales en 1972 respecto a las necesidades hídricas de los cultivos, dice que están en función de las características de suelo, cultivo y factores climáticos; siendo la evaporación el factor más importante, se puede expresar el uso consuntivo como un porcentaje (K) de la evaporación, como se indica en la siguiente ecuación:

$$U. C. = K. Ev.$$

Donde:

U. C. = Uso consuntivo

K = Porcentaje que depende del clima y el cultivo

Ev = Evaporación medida en un tanque estandar tipo "A" (24)

Moreno en 1973 realizó un experimento con riego por goteo en la Escuela Superior de Agricultura y Zootecnia de Venecia, Durango, México probando láminas de riego, frecuencias de riego y fertilización nitrogenada en el cultivo de lechuga. Las láminas de riego correspondieron al 60 y 70 % de la evaporación (medida en un tanque evaporómetro tipo "A" ), las frecuencias fueron de 1, 2 y 3 días y las dosis de fertilizante de 60, 80 y 100 kg de nitrógeno por ha. la aplicación de fósforo fue constante y se emplearon 60 Kg por ha. El mejor tratamiento produjo 89.6 ton/ha obtenido con una lámina de 53 cm correspondiente al 70% de la evaporación, con una frecuencia de riego diario, la dosis fue de 80 kg de nitrógeno/ha, la densidad de población se mantuvo constante y fue de 110,556 plantas/ha (16).

Moreno en 1976 en el Campo Experimental de CENAMAR, llevó a cabo un experimento de lechuga con riego por goteo los factores probados fueron cinco láminas de riego y cinco densidades de población; utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y un arreglo de tratamientos en cuadrado doble. El factor láminas de riego fue dividido en tres etapas del ciclo vegetativo de 30 días cada una, la distribución de -



las láminas de riego se indica a continuación:

| Lámina de Riego | Etapas del Ciclo |      |      | Coeficiente<br>K utilizado |
|-----------------|------------------|------|------|----------------------------|
|                 | E1               | E2   | E3   |                            |
| L1              | 0.10             | 0.30 | 0.60 | 1.00                       |
| L2              | 0.30             | 0.50 | 0.80 | 1.60                       |
| L3              | 0.50             | 0.70 | 1.00 | 2.20                       |
| L4              | 0.70             | 0.90 | 1.20 | 2.80                       |
| L5              | 0.90             | 1.10 | 1.40 | 3.40                       |

Los coeficientes K utilizados resultaron de sumar los coeficientes parciales en cada etapa; las láminas requeridas en los tratamientos surgieron al afectar la evaporación con cada coeficiente parcial. El factor densidades de población fue dividido en cinco niveles como se muestra en seguida:

| Densidad de Población | Plantas/ha |
|-----------------------|------------|
| P1                    | 72,000     |
| P2                    | 90,000     |
| P3                    | 108,000    |
| P4                    | 126,400    |
| P5                    | 143,636    |

Además se incluyó un testigo el cual fue regado con el 0.70 de la evaporación en todo el ciclo del cultivo, la densidad de población usada fue de 110,600 plantas por ha. Encontró que al aumentar las láminas de riego y la población se aumentaba el rendimiento; de esto se deduce: Al aumentar la población, el volumen de suelo explotado por planta disminuye pero se aprovecha de mejor manera el área total del cultivo; por lo tanto, al trabajar volúmenes explotados de suelo, se ve modificada la po



blación obteniéndose como resultado un mejor manejo del suelo explotado en relación con el desarrollo del cultivo (14).

Moreno en 1977 efectuó un trabajo tendiente a conocer y evaluar -- los resultados de los experimentos realizados en el cultivo de lechuga-- concluyendo lo siguiente:

- El rendimiento obtenido con riego por goteo superó hasta 4 veces al -- de riego por gravedad
- La calidad del fruto es mayor en riego por goteo que en gravedad
- La fórmula de fertilización a usar en riego por goteo depende de la -- densidad de población que se utilice tomando como criterio, fertili-- zar por unidad de planta partiendo de la dosis recomendada para grave-- dad (80 kg de nitrógeno/ha).
- Poblaciones mayores de 100,000 plantas/ha y láminas de riego obteni-- das a partir de coeficientes mayores de 0.7 fueron las que mejores -- rendimientos ofrecieron.
- Desde el punto de vista práctico y en este tipo de hortalizas es me-- jor utilizar un coeficiente constante de evaporación a través del ci-- clo, sugiriéndose el 0.7 ó 0.8 (15).

Vega en 1978 realizó un experimento de lechuga con riego por goteo semejante al de Moreno en 1976, variando los coeficientes parciales en la segunda y tercera etapa así como incrementando las densidades de población, los niveles probados para los factores lámina de riego y densi-- dad de población fueron cinco mostrándose enseguida:



| Lámina de Riego | Etapas del Ciclo |      |      | Coeficiente<br>K utilizado |
|-----------------|------------------|------|------|----------------------------|
|                 | E1               | E2   | E3   |                            |
| L1              | 0.10             | 0.25 | 0.45 | 0.80                       |
| L2              | 0.30             | 0.45 | 0.70 | 1.45                       |
| L3              | 0.50             | 0.65 | 0.95 | 2.10                       |
| L4              | 0.70             | 0.85 | 1.20 | 2.75                       |
| L5              | 0.90             | 1.05 | 1.45 | 3.40                       |

Las poblaciones utilizadas fueron:

| Densidad de Población | Plantas/ha |
|-----------------------|------------|
| P1                    | 70,000     |
| P2                    | 100,000    |
| P3                    | 130,000    |
| P4                    | 160,000    |
| P5                    | 190,000    |

La fertilización se mantuvo constante con una formulación de 80-60-0 para todos los tratamientos. Los resultados obtenidos mostraron que el mejor tratamiento fue el L4 P4 que produjo 78.9 ton/ha con una densidad de población de 160,000 plantas/ha aplicando una lámina de riego de 71.5 cm correspondiente a un coeficiente K utilizado de 2.75 aplicado en tres etapas del ciclo vegetativo del cultivo (0.70-0.85 y 1.20). Observó que la densidad de población de 190,000 plantas/ha produjo lechugas de poco peso y diámetro, atribuyéndose a la competencia entre plantas. Es recomendable utilizar densidades de población no mayores de 160,000 plantas/ha (28).

Hernández (1979) señala que evidencias experimentales de diversos cultivos bajo riego localizado, muestran aumentos importantes de la den-



sidad de raíces en la zona mojada, frente a los valores normales obtenidos cuando se aplica agua a toda la superficie del cultivo, además bajo condiciones de riego de alta frecuencia se produce probablemente una disminución de la resistencia al flujo de agua en el interior del volumen de suelo mojado. A efectos de diseño de instalaciones de riego localizado se formula dos preguntas:

- ¿ Hasta dónde es posible reducir económicamente el volumen de suelo mojado ?
- Una vez establecido este valor ¿ cómo puede conocerse el número de emisores necesario para obtenerlo en unas condiciones de E. T., y unas características físicas del suelo determinadas ?

Señala que la carencia de respuestas concretas a estas cuestiones - constituye uno de los problemas más graves desde el punto de vista agronómico, para el diseño de instalaciones eficientes de riego localizado y ha sido responsable de algunos fracasos importantes de este tipo de riegos. Respecto a la forma y dimensiones del volumen de suelo mojado desde un emisor, dice que depende de las propiedades físicas del suelo y, para un suelo dado, del volumen de agua aplicado, caudal del emisor y topografía del terreno, señala también que quizá el método más simple y seguro que puede utilizarse para estimar la forma y dimensiones del volumen de suelo mojado desde un emisor, con fines de diseño es realizar una prueba de campo (5).

Peña (1981) menciona que se ha divulgado que el riego por goteo se puede aplicar en cualquier tipo de suelo, sin embargo, no se ha dado a conocer como escoger el gasto de los goteros en función del tipo de suelo. Por lo tanto, es fácil que se encuentren sistemas de riego por goteo con encharcamientos que impiden obtener las condiciones de aereación y -



eficiencia de aplicación del agua que deben generarse con el riego por goteo. Indica que el gasto del gotero está relacionado con el consumo de agua por el cultivo, con el tiempo de operación y con la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Para la determinación del espaciamiento entre goteros sugiere la utilización de las curvas de ascenso capilar así como para la determinación de volúmenes de suelo humedecido permitiendo escoger el máximo espaciamiento entre goteros, que lleva al mínimo costo de ellos.

Realizando pruebas de capilaridad para diferentes tipos de suelos observó que los suelos migajones no tienden a establecer una altura límite dentro del rango de lecturas tomadas (95 y 28 horas). En el caso de las arenas se definió claramente el alcance capilar dentro del rango de observación (80 y 45 horas) la altura capilar obtenida en 24 horas para los diferentes suelos fue:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| - Migajón arcilloso         | 29 cm |
| - Migajón arcilloso-arenoso | 69 cm |
| - Arena de río              | 35 cm |
| - Arena de desierto         | 48 cm |

La velocidad de ascenso capilar es mayor en los suelos arenosos que en los migajones (20).

Villa (1979) menciona que el gasto del emisor óptimo para tener una buena distribución de humedad en el suelo y mantener la relación aire-agua en el bulbo de mojado en lo deseado, no se ha estudiado a fondo, cita que el movimiento de agua en los suelos regido por la capilaridad no es tan simple como lo muestra la teoría, propone para ésto el estudio en laboratorio de la capacidad de ascenso capilar en suelo seco utilizando técnicas de regresión para establecer una relación entre el tiempo y la altura de-



ascenso de la siguiente manera:

- Se coloca en una probeta de 1 m de altura y diámetro conocido suelo tamizado y compactado, teniendo en cuenta la densidad aparente del suelo para determinar la altura de la columna; en la parte inferior se coloca un medio filtrante que puede ser papel filtro, el cual permite el paso del agua, se pone en contacto esta columna con una superficie de agua y se toman valores de tiempo contra ascenso capilar.

Los datos que se toman son tiempo y altura del frente húmedo, el límite hasta donde terminan las lecturas es cuando se observa que el avance es casi nulo, variando desde 1,000 minutos para suelos arenosos hasta 6,000 min para arcillosos.

El modelo que más se apega a estos pares de datos es el potencial- $L = Kt^n$  donde:  $L$  = Longitud del frente húmedo,  $t$  = tiempo de aplicación y  $K$  y  $n$  = Parámetros de regresión, graficando estos datos se obtiene una curva donde se puede determinar el máximo alcance práctico, que será -- aquel punto en el cual el incremento de altura es muy pequeño contra el intervalo de tiempo, considerando la capacidad de ascenso capilar como responsable del movimiento horizontal del agua en el suelo con riego -- por goteo, se puede asumir que el máximo alcance práctico encontrado en la curva de ascenso capilar representa un parámetro confiable para la determinación del radio humedecido por gotero en un tiempo determinado, con esta metodología se obtuvo para un suelo migajón arcilloso (suelo CENAMAR) la siguiente ecuación:  $r = 0.9093 (ta)^{0.4599}$  con una  $R^2 = .97$  (29).



## MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se desarrolló en el subciclo otoño-invierno en el período comprendido entre 1981 y 1982 en la Región Lagunera conocida como Comarca Lagunera, la cual está localizada en la parte suroeste del Estado de Coahuila y noroeste del Estado de Durango; entre los paralelos 24°05' y 26°54' de latitud norte y los meridianos 101°40' y 104°45' de longitud oeste de Greenwich (1).

El experimento se efectuó en una parcela establecida en el campo experimental del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR), con sitio en el km 6+500 en la margen derecha del canal sacramento, Distrito de Riego N° 17, altura aproximada sobre el nivel del mar 1129 metros la ubicación gráfica se muestra en el apéndice figura 1.

El clima de la Región según la clasificación del R. C. W. Thorthwaite se define como clima muy seco con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, temperatura semi-cálida con invierno benigno (Ed B'<sub>1</sub>b') los datos promedio de 7 años de observación de algunos factores climáticos en la estación climatológica de CENAMAR se presentan a continuación:

|  |         |
|--|---------|
| Temperatura media anual                        | 20°C    |
| Temperatura media del mes más frío (enero)     | 12°C    |
| Temperatura media del mes más caliente (junio) | 25.9°C  |
| Precipitación media anual                      | 220 mm  |
| Evaporación media anual                        | 2543 mm |

Los datos climatológicos registrados durante el desarrollo del experimento se muestran en el cuadro 1.



CUADRO 1. DATOS CLIMATOLOGICOS REGISTRADOS DURANTE EL EXPERIMENTO DE LECHUGA Y PROMEDIO DE SEIS AÑOS. CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL CENÁMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982

| M E S     | TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) |      | PRECIPITACION MENSUAL (mm) |       | EVAPORACION MEDIA DIARIA (mm) |      |
|-----------|--------------------------------|------|----------------------------|-------|-------------------------------|------|
|           | 1975-1980                      | 1981 | 1975-1980                  | 1981  | 1975-1980                     | 1981 |
| Noviembre | 15.6                           | 17.1 | 9.34                       | 0.00  | 4.28                          | 4.47 |
| Diciembre | 12.8                           | 14.3 | 3.78                       | 23.80 | 3.26                          | 3.47 |
|           | 1975-1981                      | 1982 | 1975-1981                  | 1982  | 1975-1981                     | 1982 |
|           | Enero                          | 12.0 | 14.6                       | 16.54 | 0.00                          | 3.54 |
| Febrero   | 14.4                           | 14.7 | 4.02                       | 3.80  | 5.11                          | 5.28 |
| Marzo     | 18.2                           | 20.0 | 5.25                       | 0.00  | 7.66                          | 7.40 |

Como se observa en el cuadro anterior las temperaturas registradas - en el experimento son ligeramente mayores para todos los meses con respecto a la media de seis años, la precipitación fue menor en todos los meses a excepción del mes de diciembre donde se tuvo un fuerte incremento con respecto a la media pero sin afectar los riegos en el experimento debido a que la planta se encontraba en almacigo al presentarse las lluvias, en lo que a evaporación se refiere ésta fue muy semejante a las medias de seis años exceptuando el mes de enero que registra una evaporación media diaria de 1.3 mm mayor. Los datos climatológicos diarios registrados durante el experimento se muestran en el apéndice cuadro 2.

#### Características Generales del Suelo

El suelo donde se realizó el experimento pertenece a la serie Coyote la más importante en la Región por su extensión. Los suelos de esta serie se caracterizan por ser de bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y normales en pH (21)



### Características Físico-Químicas del Suelo.

Para la determinación de las características físicas y químicas del suelo se tomaron muestras en dos puntos diferentes del lote y a dos profundidades de 30 cm cada una, y trasladadas al laboratorio de suelos del CENAMAR para el análisis correspondiente; de las características principales se mencionan las siguientes: Suelo salino en el extracto de 0-30 y normal en el de 30-60 cm; textura migajón arcilloso, el pH de 7.6 pobre en M.O. con menos del 1% en ambos estratos, los análisis se presentan en el apéndice cuadro 3.

### Clasificación del Agua de Riego

El agua que se utilizó en el experimento es de la clase  $C_1 S_1$  considerada como agua de baja salinidad y bajo contenido de sodio según las clasificaciones del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos las características químicas más importantes se indican en el cuadro 4, del apéndice (9).

### Consideraciones Agronómicas

#### Labores culturales.

Con el fin de desmenuzar completamente la capa de 0-30 y eliminar las malas hierbas se efectuó un barbecho, rastreo cruzado y se dio una pasada con la niveladora.

#### Cultivo.

Se sembró lechuga china variedad " Great Lake 659-700 " considerada como la de mejor adaptación en la Región Lagunera.

#### Siembra.

La siembra de almacigo se efectuó el cinco de noviembre de 1981, se empleó para ello cajas de poliestireno (Thermokup) con 120 orificios y de un volumen de 30 cc cada uno, se utilizó como medio de cultivo arena-



de río cuyas características físicas y químicas se muestran en el cuadro 5 del apéndice. En la siembra se colocaron tres semillas por orificio, y después de cinco días de emergidas se procedió a seleccionar la planta más vigorosa desechándose las dos restantes. Los riegos se efectuaron -- con solución nutrimental a razón de 1.5 lt por m<sup>2</sup> a una concentración -- del 30% de la utilizada en invernaderos familiares. Las características de la formulación empleada en la solución nutrimental, se muestran en el cuadro 6 del apéndice (23).

Trasplante.

El trasplante se llevó a cabo del 14 al 17 de diciembre después de 40 días en almacigo, se efectuó en forma manual depositando el número de plantas correspondiente a cada tratamiento variando de 70,000 plantas -- por ha. hasta 160,000 plantas por ha. el trasplante se hizo después de -- haber formado el bulbo de humedecimiento requerido para este cultivo.

#### Diseño Estadístico

Diseño experimental y de tratamientos.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con cuatro repeticiones con un arreglo de tratamientos " San Cristobal ". La elección del diseño experimental se debió a la heterogeneidad del suelo así como el gradiente de presión existente en las tuberías al manejar este sistema de riego; el diseño de tratamientos nos permitió utilizar con facilidad los niveles propuestos en la superficie que se dispuso para el experimento.

Se incluyó un testigo el cual representó al mejor tratamiento resultante de la investigación realizada en el año de 1973 con el cual se obtuvo una producción de 89.6 ton/ha. (16)

#### Factores Estudiados



El experimento consistió en probar cuatro densidades de población, cuatro volúmenes de agua y cuatro dosis de fertilización nitrogenada; - en la selección de estos factores se consideraron experiencias de trabajos anteriores, fijándose los rangos de estudio de acuerdo a dichas experiencias, a continuación se describe cada factor.

Densidad de población.

Considerando que en riego por goteo es factible el incrementar poblaciones de plantas, en el experimento se escogieron densidades de población partiendo de la recomendable en riego por gravedad (70,000 plantas/ha) hasta la población más alta y de fácil manejo con riego por goteo (160,000 plantas/ha.)

Los niveles probados en el factor densidad de población son los indicados en el cuadro 2.

CUADRO 2. NIVELES DEL FACTOR DENSIDAD DE POBLACION

| TRATAMIENTO | POBLACION (PLANTAS/HA) |
|-------------|------------------------|
| D1          | 160,000                |
| D2          | 130,000                |
| D3          | 100,000                |
| D4          | 70,000                 |
| Testigo     | 110,556                |

Fertilización.

Al utilizar el riego por goteo se tiene oportunidad y facilidad en la aplicación de fertilizantes; con estos principios se probaron cuatro dosis de fertilización nitrogenada variando las cantidades desde 60 hasta 120 kg/ha. para todos los tratamientos. Los niveles probados fueron fijados a partir de la fertilización recomendada por el Centro de Inves



tigaciones Agrícolas del Norte (CIAN) para el método de riego por gravedad para este cultivo, siendo ésta de 80 kg de nitrógeno y 60 kg de fósforo por ha. En el experimento la dosis de fósforo fue de 60 kg/ha.

Los niveles probados en el factor fertilización con la variación de la dosis de nitrógeno se pueden ver en el cuadro 3.

CUADRO 3. NIVELES DEL FACTOR FERTILIZACION

| TRATAMIENTO | DOSIS DE NITROGENO<br>KG/HA. |
|-------------|------------------------------|
| F1          | 120                          |
| F2          | 100                          |
| F3          | 80                           |
| F4          | 60                           |
| Testigo     | 80                           |

La aplicación de fertilizante se realizó de la siguiente manera: - En la aplicación del nitrógeno se utilizó como fuente la urea (46-0-0)-dividiendo la dosis total en cinco aplicaciones espaciadas cada diez días a partir del trasplante, el fósforo fue suministrado partiendo del superfosfato triple de calcio (0-46-0) el cual fue sometido a un tratamiento previo con la finalidad de ser aplicado por el sistema con alta-solubilidad; en forma de ácido fosfórico, la descripción del tratamiento para solubilizar el superfosfato se indica en el apéndice cuadro 7 - la dosis total de fósforo se dividió en tres aplicaciones espaciadas cada diez días a partir del trasplante. En la aplicación de los fertilizantes se emplearon recipientes de plástico de cinco litros, los cuales se colocaron a la entrada de cada tratamiento haciendo la función de dosificador.

Volumen de agua.



La aplicación de volúmenes de agua en riego por goteo partiendo de manejar K de la evaporación es una técnica de riego que se ha utilizado con buenos resultados en trabajos de investigación y de extensión. En este trabajo se utilizaron cuatro porcentajes K de la evaporación que nos representaron cuatro volúmenes de agua aplicados; los porcentajes utilizados y los volúmenes aplicados se observan en el cuadro 4.

CUADRO 4. NIVELES DE VOLUMEN DE AGUA Y PORCENTAJES DE LA EVAPORACION UTILIZADOS.

| TRATAMIENTO | % DE EVAPORACION | VOLUMEN DE AGUA (M <sup>3</sup> /HA) |
|-------------|------------------|--------------------------------------|
| K1          | 0.90             | 5,960                                |
| K2          | 0.70             | 4,982                                |
| K3          | 0.50             | 4,005                                |
| K4          | 0.30             | 3,027                                |
| Testigo     | 0.70             | 5,979                                |

Los porcentajes K fueron escogidos en base a resultados obtenidos en investigaciones anteriores sobre este cultivo.

Tratamientos resultantes.

Para la determinación del número de tratamientos probados se empleó el arreglo de tratamientos " San Cristobal " el cual mediante la ecuación general  $t = 2^n + n + 1$  proporciona el número de tratamientos necesario para ser evaluado estadísticamente en forma confiable, de la ecuación anterior tenemos: (17).

t = número de tratamientos

n = número de factores

De esta manera se obtiene:

$$t = 2^3 + 3 + 1$$

$$t = 12$$



Los tratamientos seleccionados se indican en el cuadro 5.

CUADRO 5. TRATAMIENTOS RESULTANTES.

| NUM.    | TRATAMIENTO | DENS. POB.<br>(PLANTAS/HA) | % DE EV. | FERTILIZACION<br>(KG. N/HA.) |
|---------|-------------|----------------------------|----------|------------------------------|
| 1       | D1 K1 F1    | 160,000                    | 0.90     | 120                          |
| 2       | D3 K1 F1    | 100,000                    | 0.90     | 120                          |
| 3       | D1 K3 F1    | 160,000                    | 0.50     | 120                          |
| 4       | D3 K3 F1    | 100,000                    | 0.50     | 120                          |
| 5       | D1 K1 F3    | 160,000                    | 0.90     | 80                           |
| 6       | D3 K1 F3    | 100,000                    | 0.90     | 80                           |
| 7       | D1 K3 F3    | 160,000                    | 0.50     | 80                           |
| 8       | D3 K3 F3    | 100,000                    | 0.50     | 80                           |
| 9       | D2 K2 F2    | 130,000                    | 0.70     | 100                          |
| 10      | D4 K2 F2    | 70,000                     | 0.70     | 100                          |
| 11      | D2 K4 F2    | 130,000                    | 0.30     | 100                          |
| 12      | D2 K2 F4    | 130,000                    | 0.70     | 60                           |
| Testigo | Dt Kt Ft    | 110,556                    | 0.70     | 80                           |

La distribución de tratamientos en el campo se indica gráficamente - en el apéndice figura 2.

Parcela Experimental y Util.

La parcela experimental estaba Formada por cuatro líneas de goteros con una longitud de 10 m espaciadas a 1.2 m dominando una superficie de  $48 \text{ m}^2$ ; en cada línea de goteros se colocaron cuatro hileras de plantas. Los aspectos generales de la distribución en campo para las densidades - de población probadas están condensados en el cuadro 6. Como parcela útil se consideró las dos líneas centrales eliminando un metro de las cabece- ras. La parcela experimental y útil se muestran en el apéndice figura 3.



CUADRO 6. DATOS DE LA DISTRIBUCION EN CAMPO DE LAS DENSIDADES DE POBLACION EN LA PARCELA EXPERIMENTAL, PARA EL EXPERIMENTO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH, CICLO AGRICOLA 1981-1982

| DENS.DE POB. PLANTAS/HA) | SEPARACION ENTRE PLANTAS m. | NUMERO DE PLANTAS - POR HILERA | AREA POR PLANTA (m <sup>2</sup> ) | VOL.DE SUELO POR PLANTA (m <sup>3</sup> ) | VOL.DE AGUA POR PLANTA (m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 70,000                   | 0.476                       | 21                             | 0.1190                            | 0.476                                     | 0.0114                                   |
| 100,000                  | 0.333                       | 30                             | 0.0832                            | 0.0333                                    | 0.0080                                   |
| 130,000                  | 0.256                       | 39                             | 0.0640                            | 0.0256                                    | 0.0061                                   |
| 160,000                  | 0.208                       | 48                             | 0.0520                            | 0.0208                                    | 0.0050                                   |
| 110,556 *                | 0.301                       | 33                             | 0.0752                            | 0.0300                                    | 0.0072                                   |

\* Testigo.

#### Metodología de Riego

La metodología de riego utilizada en este trabajo, se apoya en estudios de laboratorio del movimiento capilar del agua en el suelo y en las características del cultivo como son profundidad radicular y área de influencia, con el fin de determinar la separación y el gasto del gotero - para propiciar un volumen de suelo humedecido en condiciones de humedad a capacidad de campo ó muy cercana a este punto. Con esta metodología se evita el criterio de separar los goteros a 0.50 m usado en forma generalizada, independientemente del tipo de cultivo y tipo de suelo, y se está en condiciones de fijar una separación mayor entre goteros reduciendo el número por ha. y con ello los costos de inversión inicial.

Establecimiento del volumen de suelo humedecido.

Los tratamientos estaban constituidos por cuatro líneas de goteros de 10 m de longitud, a una separación de 1.2 m; a cada línea le correspondían cuatro hileras de plantas espaciadas a 0.25 m, la separación entre plantas fue variable dependiendo de la densidad de población corres-



pendiente, siempre respetando las cuatro hileras de plantas por línea de goteros. Para considerar el área de influencia se tomó el área dominada por el conjunto de plantas que serían abastecidas por una línea de goteros, siendo ésta de  $10 \text{ m}^2$ . La figura 1 muestra las áreas de influencia para los tratamientos.

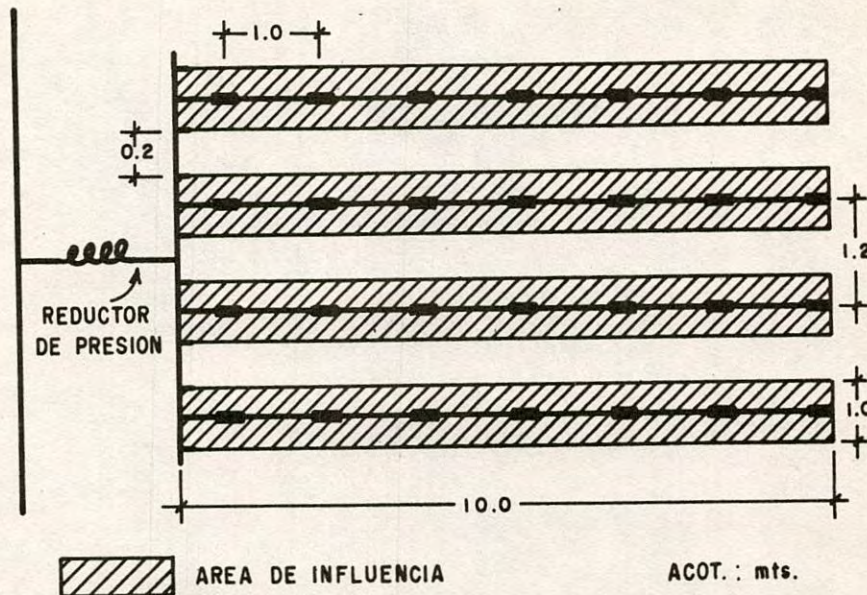


Figura 1.- Areas de influencia consideradas en los tratamientos.

Una vez considerada el área de influencia para el cultivo se procedió a hacer el cálculo para el riego de implantación ó trasplante; el cual consistió en humedecer un volumen de suelo capaz de proporcionar un medio adecuado al cultivo para su fijación, evitando en lo posible el castigo ocasionado al cambiarse la planta del almácigo al campo, el cálculo es el siguiente:

$$V_s = A \times Pr \quad \dots \dots \dots \quad 1$$

Donde:

$V_s$  = Volumen de suelo por humedecer ( $\text{m}^3$ )

$A$  = Area de influencia del conjunto de plantas ( $\text{m}^2$ ) en este caso



son  $10 \text{ m}^2$

$P_r$  = Profundidad radicular (m) se consideró 0.40 m

$V_s = 10 \text{ m}^2 \times 0.40 \text{ m}$

$V_s = 4 \text{ m}^3$

$V_a = V_s \times D_a \text{ (CC - PMP)} / D_w \dots\dots\dots 2$

Donde:

$V_a$  = Volumen de agua necesario para humedecer un volumen de suelo de  $4 \text{ m}^3$  ( $\text{m}^3$ )

$D_a$  = Densidad aparente del suelo ( $\frac{\text{ton.suelo}}{\text{m}^3}$ )

CC-PMP = Diferencia de humedad ( $\frac{\text{ton.agua}}{\text{ton.suelo}}$ )

$D_w$  = Densidad del agua ( $\frac{\text{ton.agua}}{\text{m}^3}$ )

$V_a = 4 \text{ m}^3 \times 1.32 \frac{\text{ton.suelo}}{\text{m}^3} \times 0.1826 \frac{\text{ton.agua}}{\text{ton.suelo}} / 1 \frac{\text{ton.agua}}{\text{m}^3}$

$V_a = 0.964 \text{ m}^3$

0.964  $\text{m}^3$  de agua humedecen hasta capacidad de campo un volumen de suelo de  $4 \text{ m}^3$ .

$DMD = A \times E_v \times K \dots\dots\dots 3$

Donde:

$DMD$  = Demanda máxima diaria ( $\text{m}^3/\text{día}$ ) se considera la mayor cantidad de agua que puede necesitar el cultivo en los días más críticos. El diseño de equipos de riego por goteo contempla satisfacer esta demanda en un tiempo máximo de 24 horas, dependiendo la reducción del tiempo de aplicación de factores como: -- Economía y disponibilidad de agua, entre otros.

$A$  = Area de influencia ( $\text{m}^2$ )

$E_v$  = Evaporación máxima diaria registrada con mayor frecuencia en la Región, tomada de las estadísticas de la estación climatoló



gica del CENAMAR para los meses más calurosos del ciclo del -- cultivo que fueron marzo y abril (m/día).

K = Constante que afecta la evaporación; se tomó el mayor valor a- utilizar en el riego a los tratamientos correspondiente a 0.90,

$$DMD = 10 \text{ m}^2 \times 0.012 \text{ m/día} \times 0.9$$

$$DMD = 0.108 \text{ m}^3/\text{día}$$

0.108  $\text{m}^3$  es el volúmen de agua máximo que debe aplicarse por día al- presentarse 0.012 m de evaporación

$$T_a = \frac{V_a}{DMD} \dots \dots \dots 4$$

Donde:

$T_a$  = Tiempo de aplicación del riego de implantación (días)

$$T_a = \frac{0.964 \text{ m}^3}{0.108 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$T_a = 8.92 \text{ días}$$

En el laboratorio de CENAMAR se desarrollaron pruebas de ascenso ca- pilar para el suelo donde se efectuó el experimento (migajón-arcilloso)- generándose por medio de análisis de regresión la siguiente ecuación:

$$r = 0.9093 (t_a)^{0.4599} \dots \dots \dots 5$$

Donde:

$r$  = Longitud alcanzada por capilaridad (cm)

$t_a$  = Tiempo de aplicación (minutos)

0.9093 y 0.4599 son constantes de regresión . . .(29)

La figura 2 muestra gráficamente la curva de ascenso capilar corres- pondiente a esta función.

Considerando la capacidad de ascenso capilar como responsable del mo- vimiento horizontal del agua en el suelo con riego por goteo, es facti-- ble suponer que el tiempo de aplicación del agua con goteo ( $T_a$ ) generará un radio de humedecimiento de la forma mencionada en la ecuación 5; así-



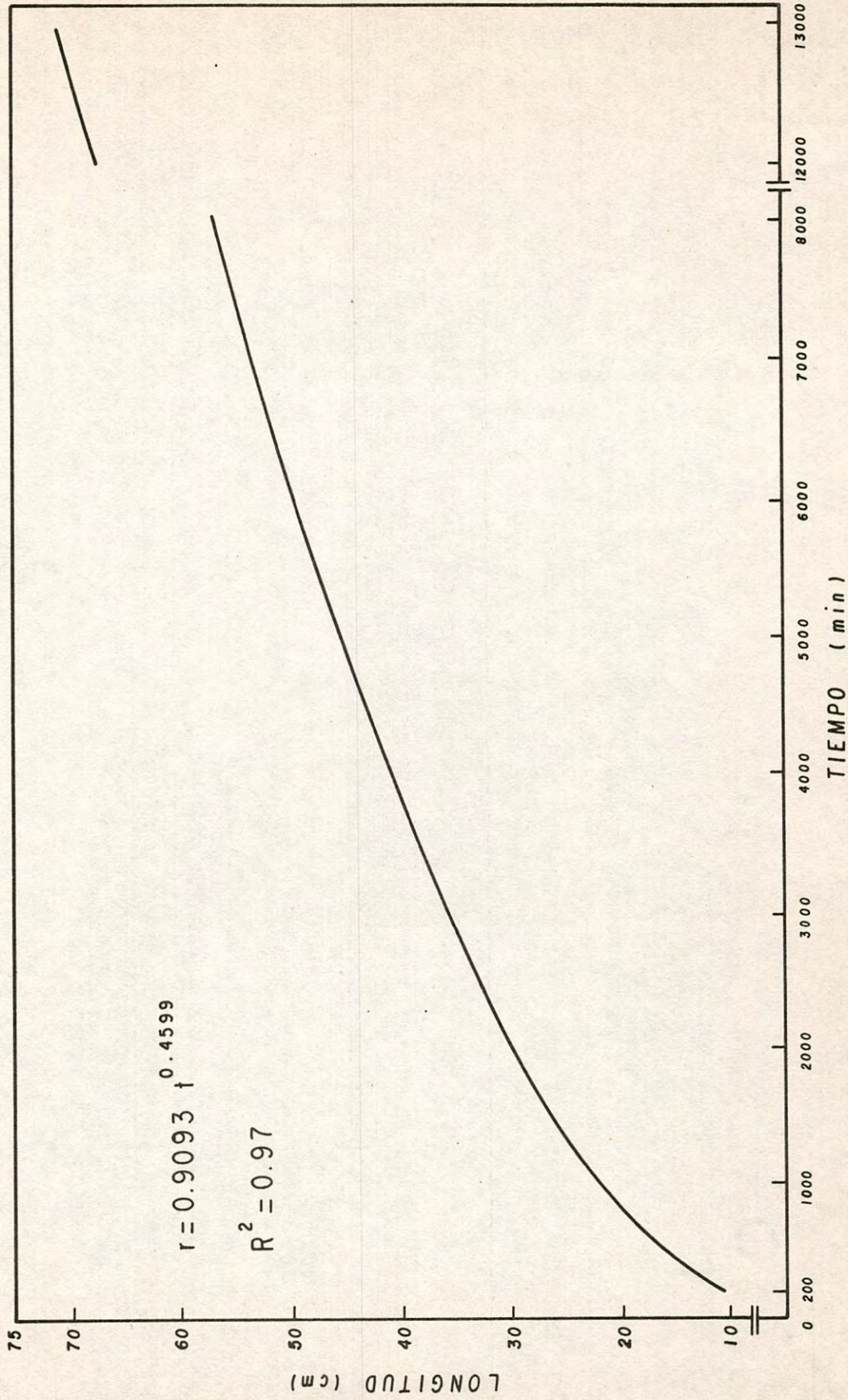


Figura 2.- Gráfica de la curva de ascenso capilar para el suelo del experimento.



se tiene que sustituyendo este valor en minutos en la ecuación se obtiene:

$$r = 0.9093 (12844.8 \text{ min})^{0.4599}$$

$$r = 70.51 \text{ cm}$$

Analizando la curva de la figura 2, se puede ver que los mayores incrementos de longitud ó radio humedecido se obtienen en los dos primeros días de aplicación del agua, llegando a ser hasta 25.7 y 9.6 cm en el -- primero y segundo día respectivamente, conforme avanza el tiempo de apli cación los incrementos decrecen obteniéndose para el noveno día un incre miento de solo 3.7 cm debido a ésto, es importante limitar en riego por - goteo la extensión del radio de humedecimiento del gotero atendiendo los aspectos de tipo de suelo y cultivo.

Las condiciones requeridas para el experimento eran las de humedecer cuatro franjas de 1.00 m de ancho por tratamiento, donde cada franja de bía ser humedecida por una línea de goteros de 10 m de longitud, para hu medecer el ancho de la franja los goteros debían propiciar un radio de - humedecimiento de 0.50 m y ésto se logra según figura 2, en un tiempo de 4.22 días ( $Ta_1$ ) ajustando así el valor obtenido primeramente de 8.92 días. Partiendo de la base de que en riego por goteo el movimiento horizontal del agua en el suelo es igual en todas direcciones y el radio de humede cimiento del gotero es 0.50 m, La separación entre goteros fue fijada en un 1.00 m así se tuvieron 10 goteros por línea, no hubo necesidad de con siderar traslape entre bulbos ya que se observó una aproximación del 81% de lo calculado con lo sucedido en campo (13)

Para la determinación del gasto por gotero en el riego de implanta ción se empleó la siguiente ecuación:

$$q_g = \frac{Va}{Ta_1 \times Ng} \quad \dots \dots \dots \quad 6$$



Donde:

$qg =$  Gasto del gotero (L.P.H.)

$Va =$  Volumen de agua necesario para humedecer un volumen de suelo de  $4 \text{ m}^3$  (litros)

$Ta_1 =$  Tiempo de aplicación ajustado a las condiciones de suelo y -- cultivo (horas)

$Ng =$  Número de goteros

$$qg = \frac{964 \text{ litros}}{101.28 \text{ horas} \times 10}$$

$$qg = 0.95 \text{ L.P.H.}$$

Riego de implantación al testigo.

Por cuestiones de diseño, el riego del testigo se ajustó al tiempo de riego de los tratamientos; debido a que el criterio para considerar el área de influencia difiere del de la metodología empleada y con ello el volumen de agua por aplicar, hubo necesidad de proporcionar un gasto diferente, el cual se obtuvo de la siguiente manera:

$$A_1 = Sg \times S_L \dots \dots \dots 7$$

Donde:

$A_1 =$  Area de influencia ( $\text{m}^2$ )

$Sg =$  Separación entre goteros (m)

$S_L =$  Separación entre líneas de goteros (m)

$$A_1 = 0.5 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$$

$$A_1 = 0.6 \text{ m}^2$$

El volumen de suelo ( $Vs_1$ ) obtenido según ecuación 1 para esta área-

es:

$$Vs_1 = 0.6 \text{ m}^2 \times 0.40 \text{ m}$$

$$Vs_1 = 0.24 \text{ m}^3$$



El volumen de agua ( $V_{a_1}$ ) está dado por la ecuación 2, de esta manera se obtiene:

$$V_{a_1} = 0.24 \text{ m}^3 \times 1.32 \frac{\text{ton.suelo}}{\text{m}^3} \times 0.1826 \frac{\text{ton.agua}}{\text{tons.suelo}} / 1 \frac{\text{ton.agua}}{\text{m}^3}$$

$$V_{a_1} = 0.0578 \text{ m}^3$$

Para el cálculo del gasto del gotero se utilizó la ecuación 6, así-- se tiene:

$$qg_1 = \frac{57.8 \text{ litros}}{101.28 \text{ horas} \times 1}$$

$$qg_1 = 0.57 \text{ L.P.H.}$$

Riego de tratamientos.

La forma de aplicar el agua en riego por goteo ha sido la siguiente: Se toma la evaporación de un día anterior registrada en un tanque evaporómetro tipo "A" y según el coeficiente K que se maneje se calcula el volumen de agua por aplicar; así, al ocurrir una evaporación alta, el volumen de agua aplicado es también alto en caso contrario, si ocurre una evaporación baja el volumen de agua también es bajo, es fácil entender que manejando este criterio de riego se están propiciando diferentes abatimientos de humedad para un mismo coeficiente repercutiendo en tiempos de riego diferentes día con día. Al experimentar en riego por goteo manejando coeficientes K de la evaporación para proporcionar volúmenes de agua diferentes con el criterio anterior, es necesario controlar el tiempo de riego para cada tratamiento por medio de válvulas colocadas a la entrada de la parcela, implicando con esto el empleo constante de mano de obra, en este trabajo se fijó la forma de regar los tratamientos que involucraban distintos coeficientes manteniendo un regimen de humedad constante para cada tratamiento, además se evitó la mano de obra al controlar diferentes volúmenes de agua aplicados en el mismo tiempo de riego, para lograr esto, se revisó la estadística de evaporación fijándose como parámetro para regar-



La máxima evaporación diaria registrada con mayor frecuencia en los meses más calurosos del ciclo del cultivo (marzo y abril) la evaporación fue de 12 mm, asegurando la capacidad del sistema para proporcionar el volumen de agua requerido en demanda máxima, de tal forma al evaporarse 12 mm se aplicaba el riego lográndose un rango de prueba constante para abatimientos de humedad; con el fin de evitar diferentes tiempos de riego y la utilización de válvulas para su control, se colocaron a la entrada de la parcela reductores de presión consistentes en tubería de diámetro pequeño como microtubo y manguera transparente (ver figura 1) que tenían la función de regular el gasto de los goteros; mediante pérdidas de carga, las cuales dependieron del gasto necesitado en cada tratamiento. Las características de diámetro y longitud de los reductores de presión se indican en el diseño hidráulico del sistema.

Gasto del gotero para el riego de tratamientos.

El gasto del gotero fue fijado para proporcionar el riego una vez ocurrida la evaporación manejada (12 mm) en un tiempo de seis horas, - debido a cuestiones operativas como son: Tiempo hábil del trabajador de campo y la generación de gastos hidráulicamente controlables para los porcentajes de la evaporación utilizada en los tratamientos. El cuadro 7 muestra los gastos resultantes.

CUADRO 7. GASTO POR GOTERO PARA CADA COEFICIENTE

| TRATAMIENTO | % DE EVAP. | q (LT/HORA) |
|-------------|------------|-------------|
| K1          | 0.90       | 1.80        |
| K2          | 0.70       | 1.40        |
| K3          | 0.50       | 1.00        |
| K4          | 0.30       | 0.60        |
| Testigo     | 0.70       | 0.84        |



Obtención del gasto por gotero.

Datos:

$$A = 10 \text{ m}^2$$

$$A_1 = 0.6 \text{ m}^2$$

$$E_v = 0.012 \text{ m}$$

$$K = 0.30, 0.50, 0.70, 0.90$$

$$K_1 = 0.70$$

$$N_g = 10$$

$$N_{g_1} = 1$$

Tiempo de riego ( $T_r$ ) = 6 horas

Para  $K = 0.90$

$$V_a = A \times E_v \times K$$

$$V_a = 10 \times 0.012 \times 0.90$$

$$V_a = 108 \text{ Litros}$$

$$q_g = \frac{V_a}{T_r \times N_g}$$

$$q_g = \frac{108}{6 \times 10} = 1.8 \text{ LPH}$$

Para  $K = 0.70$

$$V_a = 10 \times 0.012 \times 0.70$$

$$V_a = 84 \text{ Litros}$$

$$q_g = \frac{84}{6 \times 10} = 1.4 \text{ LPH}$$

Para  $K = 0.50$

$$V_a = 10 \times 0.012 \times 0.50$$

$$V_a = 60 \text{ Litros}$$

$$q_g = \frac{60}{6 \times 10} = 1.00 \text{ LPH}$$

Para  $K = 0.30$

$$V_a = 10 \times 0.012 \times 0.30$$



$$V_a = 36$$

$$q_g = \frac{36}{6 \times 10} = 0.60 \text{ LPH}$$

Para el testigo  $K_1 = 0.70$

$$V_a = A_1 \times E_v \times K_1$$

$$V_a = 0.60 \times 0.012 \times 0.70$$

$$V_a = 5.04 \text{ Litros}$$

$$q_g = \frac{5.04}{6 \times 1} = 0.84 \text{ LPH}$$

### Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico estuvo compuesto por una fuente de abastecimiento, fuente de energía, dosificadores de fertilizante, filtro de mallas, estructuras de control, tuberías, goteros y accesorios de unión.- Las necesidades de material así como el plano del sistema se muestran en el apéndice cuadro 1 y figura 4 respectivamente.

### Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico se realizó con la metodología propuesta por CENAMAR y publicada en el boletín N° 4, seleccionando diámetros de tubería de tal forma que no se sobrepasara una pérdida de presión del 50% de la pérdida de carga permisible, que equivale al 20% de la carga de operación. (18)

Las especificaciones de diseño son mostradas en el apéndice, en el cuadro 33.

Con la finalidad de comprobar la eficiencia del diseño se efectuó una evaluación hidráulica en el sistema, midiéndose el gasto proporcionado por dos goteros en cada tratamiento; los valores promedio son presentados en el apéndice en el cuadro 34.



## - Variables Respuesta.

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

Porcentaje de arraigo.

Se consideraron todas las lechugas que llegaron a madurez y pudieron cosecharse el cuadro 9 del apéndice muestra los resultados.

Diámetro por pieza de primera calidad.

Se midieron cada una de las lechugas sanas y bien compactas en cm/pieza. Los resultados se muestran en el apéndice cuadro 11.

Rendimiento de primera calidad en ton/ha y ton/mm<sup>3</sup>.

Se tomaron aquellas piezas sanas y compactas con un peso mayor de -- 400 gr, tal y como se aceptan en el mercado considerando solo dos hojas - externas. Los cuadros 13 y 15 del apéndice muestran los rendimientos obtenidos.

Rendimiento de segunda calidad en ton/ha y ton/mm<sup>3</sup>.

Se consideraron las lechugas que presentaron deformaciones por daños mecánicos, plagas y que no estaban compactas sin importar su peso. Los -- cuadros 17 y 19 del apéndice muestran los resultados.

Rendimiento total en ton/ha y ton/mm<sup>3</sup>.

Se tomaron todas las lechugas de primera y segunda calidad. Los re-- sultados se indican en los cuadros 21 y 23 del apéndice.

Beneficio neto en pesos/ha.

Se obtuvo por diferencia entre el valor de la producción, considerando los precios del mercado en la época de cosecha y el costo de producción en el cual se incluyeron costos del equipo e instalación y costos del -- cultivo en el cuadro 25 del apéndice se presentan los beneficios netos obtetenidos por ha.



## RESULTADOS Y DISCUSION

### Comportamiento Fenológico del Cultivo

El ciclo de desarrollo del cultivo de trasplante hasta la cosecha - tuvo una duración promedio de 110 días, este ciclo fue prolongado debido a que el cultivo necesitó adaptarse al cambio sufrido por el traslado -- del almacigo al campo por un período de 25 días y en este intervalo de - tiempo la planta no desarrolló normalmente, también tuvieron que efectuarse replantes en aquellas plantas que no sobrevivieron al trasplante.

Fecha de cosecha.

El criterio empleado para inicio de corte fue el de considerar un - 20% de lechuga madura; ésto es, que tuvieron un grado de compactación de seable para su venta, de esta manera se inició la cosecha el 26 de marzo clasificando las lechugas en primera y segunda calidad tal y como se especifica en materiales y métodos, el período de cosecha tuvo una dura--- ción de 18 días.

### Datos Climatológicos Observados.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, se hicieron observaciones de los siguientes factores climatológicos: Temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), precipitación (mm) y evaporación (mm). Los datos - son presentados en el cuadro 2 del apéndice. Los valores registrados de temperatura fueron ligeramente mayores con respecto a la media de seis - años para la misma región, los datos de precipitación y evaporación fueron semejantes a la media de años anteriores.

### Volúmenes de Agua Aplicados.

La respuesta del cultivo a la aplicación del agua con riego por goteo mediante la metodología empleada, fue favorable para los tratamientos manejados con el coeficiente de 0.90 de la evaporación y densidades de -



población de 160,000 y 100,000 plantas/ha. respondiendo en el primer caso con mayores rendimientos por ha. y en el segundo con un mayor porcentaje de arraigo y con lechuga de mayor diámetro; la aplicación de diferentes cantidades de nitrógeno no mostró respuesta significativa en el análisis de resultados.

Los cuatro volúmenes de agua aplicados produjeron diferencia entre tratamientos de tal forma que en el análisis de todas las variables respuesta (como se explica posteriormente) aquellos tratamientos que fueron manejados con el coeficiente de 0.90 de la evaporación, proporcionaron los mejores resultados a excepción de las variables rendimiento de segunda calidad en ton/ha y  $\text{ton/mm}^3$  donde los tratamientos de .50 y .30 de la evaporación mostraron mayor efecto. De aquí, al manejar espaciamientos de un metro entre goteros, no es aconsejable emplear coeficientes bajos para la evaporación en este cultivo. Con respecto al volumen de agua aplicado en el testigo, el cual tenía separación entre goteros de 50 cm y se manejó con un coeficiente de .70, resultó ser muy semejante al aplicado a los tratamientos con un coeficiente de .90 y separación entre goteros de un metro; ésto fue, porque el criterio usado para el cálculo del volumen de agua en el testigo considera un área mayor que la considerada con el criterio de volumen de suelo humedecido. En lo que respecta al comportamiento del testigo para las diferentes variables analizadas, éste se mantuvo por debajo de los mejores tratamientos a excepción de la variable analizada como rendimiento de primera calidad por  $\text{mm}^3$  en donde no se encontró diferencia significativa al 5% entre los mejores tratamientos y el testigo.

Los volúmenes de agua totales para cada tratamiento son mostrados en el cuadro 8 del apéndice. Se puede observar en este cuadro una dife-



rencia de  $997 \text{ m}^3$  de agua aplicada entre uno y otro criterio para el mismo porcentaje de evaporación.

#### Análisis Estadístico.

Para el análisis estadístico se contemplaron únicamente tres de las cuatro repeticiones que se tuvieron en el experimento, ésto fue por causa de que una repetición no era representativa debido a que se emplearon plantas para trasplante las cuales habían tenido un manejo de almacigo - diferente a las empleadas en las otras tres repeticiones. Con los valores de los tratamientos en las tres repeticiones se efectuó para cada variable respuesta el análisis de varianza. Estos datos son presentados en el apéndice, en los cuadros del 9 al 26. En base al análisis de varianza se observó que todas las variables respuesta mostraron diferencia altamente significativa entre tratamientos a excepción de la variable rendimiento de primera calidad en  $\text{ton/mm}^3$  la cual fue significativa a un nivel de 5%. Posteriormente se procedió a efectuar una prueba de comparación de medias por el método de Duncan, con el fin de diferenciar cual fue el mejor tratamiento. Los resultados aparecen en el apéndice en las figuras - del 5 al 13, el análisis para cada variable se hace más adelante (22).

#### Análisis de las variables respuesta.

Porcentaje de arraigo. Los tratamientos que mejor efecto mostraron en esta variable fueron el 2 y el 6 correspondiendo a una densidad de -- plantas por ha. de 100,000 y un coeficiente de la evaporación de 0.90, - el buen arraigo se atribuye al mayor volumen de agua aplicado y a la poca competencia entre plantas, la diferencia se observa al comparar estos tratamientos contra los de población de 160,000 plantas/ha. y coeficientes de 0.50 así como el tratamiento de 130,000 plantas/ha. y coeficiente de 0.30 que mostraron el más bajo porcentaje de arraigo. No aparecen --



efectos debido a la fertilización, los resultados se indican en el cuadro 9 del apéndice.

Diámetro medio. El comportamiento de los tratamientos 2 y 6 fue semejante en esta variable a la del porcentaje en arraigo asimismo para los tratamientos 3, 7 y 11 debiéndose los efectos a lo planteado en la variable anterior, los resultados se indican en el cuadro 11 del apéndice.

Rendimiento de primera calidad en ton/ha y  $\text{ton/mm}^3$ . Los tratamientos 5 y 1 correspondientes a una densidad de plantas/ha de 160,000 y un coeficiente de 0.90 de la evaporación, proporcionaron los mayores rendimientos y la máxima eficiencia en el aprovechamiento del agua, los rendimientos obtenidos fueron de 50.36 y 48.53 ton/ha, 8.46 y 8.15  $\text{ton/mm}^3$  respectivamente para cada tratamiento y cada variable. Los tratamientos 7 y 11 correspondientes a una población de 160,000 y 130,000 plantas/ha con coeficientes de 0.50 y 0.30 respectivamente mostraron los rendimientos más bajos siendo éstos de 19.35 y 11.53 ton/ha, 4.83 y 3.80  $\text{ton/mm}^3$  para cada tratamiento y cada variable respectivamente. La fertilización no mostró efectos para los diferentes tratamientos, ver cuadro 13 y 15 del apéndice.

Rendimiento segunda calidad en ton/ha y  $\text{ton/mm}^3$ . Para estas variables los tratamientos 3 y 7 correspondientes a una densidad de plantas por ha. de 160,000 y un coeficiente de la evaporación de 0.50 resultaron con mayor rendimiento en esta calidad, esto es atribuible al manejo del coeficiente el cual proporcionó poco volumen de agua y a la competencia entre plantas lo cual se manifiesta en gran cantidad de lechugas de segunda calidad. Los tratamientos 6, 2 y 10 manejados con densidades bajas de 100,000 y 70,000 plantas/ha y coeficientes altos de 0.90 y --- 0.70 mostraron el menor índice de lechugas de segunda calidad. No se en



contró respuesta a la fertilización. Los resultados aparecen en los cuadros 17 y 19 del apéndice.

Rendimiento total en ton/ha y ton/mm<sup>3</sup>. Aquí los tratamientos 5 y 1 mostraron los mejores rendimientos, estos tratamientos como ya se mencionó anteriormente fueron manejados con poblaciones altas correspondiente a 160,000 plantas/ha y el máximo coeficiente de la evaporación, siendo éste de 0.90, los rendimientos obtenidos fueron de 72.04 y 69.36 ton por ha. y 12.1 y 11.65 ton/mm<sup>3</sup> respectivamente, para cada tratamiento y cada variable los resultados muestran una marcada diferencia con el tratamiento 11 el cual fue llevado con una densidad de población de 130,000 plantas/ha y un coeficiente de la evaporación de 0.30 y donde su rendimiento fue de 27.89 ton/ha y 9.21 ton/mm<sup>3</sup> respectivamente para cada variable. De aquí que en riego por goteo sea factible utilizar densidades de población altas siempre y cuando el coeficiente de la evaporación corresponda al adecuado para el cultivo, aquí tampoco se observaron respuesta a la fertilización. Los resultados se aprecian en los cuadros 21 y 23 del apéndice.

Beneficio neto. Considerando que la variable beneficio neto es el indicador más confiable para la toma de decisiones, se incluye la metodología empleada para su determinación y posteriormente su análisis.

Para la determinación del beneficio neto, se consideró la diferencia entre el valor de la producción de cada tratamiento, menos el costo de producción tomando como referencia una hectárea. El valor de beneficio neto para cada tratamiento se presenta en el apéndice cuadro 25.

Valor de la producción. Los precios del producto se estimaron en base a los existentes en el mercado regional durante la época de cosecha del experimento, los precios fueron de \$ 6,000.00 y \$ 2,000.00 por-



tonelada de lechuga para primera y segunda calidad respectivamente. El valor de la producción se obtuvo al multiplicar el rendimiento de primera y segunda calidad por sus precios correspondientes.

Costo de producción. Resultó de la suma de los costos por concepto de equipo, instalación, mantenimiento y cultivo el cual incluye costos por insumos variables y fijos.

En el apéndice los cuadros 27, 28 y 29 muestran los costos por concepto de equipo e instalación de riego por goteo para el cultivo de lechuga, el cuadro 30 presenta los costos fijos para el cultivo de lechuga, los costos de los insumos y actividades variables así como el costo subtotal de producción para el cultivo de lechuga son presentados en los cuadros 31 y 32 respectivamente.

Costo del equipo e instalación. El costo por inversión en equipo e instalación se dividió en 14 períodos de cosecha correspondientes a 7 años de vida útil del equipo, la repartición de la inversión inicial en los 14 períodos se realizó utilizando la fórmula de " Factor de amortización " de la manera siguiente:

Datos:

Tasa de interés  $i = 28\%$  anual

Costo del equipo e instalación = \$ 153,432.85/ha.

Vida útil = 7 años

$$F. A. = \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} = \frac{.14 (1 + .14)^{14}}{(1 + .14)^{14} - 1} = 0.1666$$

$$A = P \times F. A. = 153,432.85 \times 0.1666 = 25,561.91$$

Donde:

F. A. = Factor de amortización

P = Costo total del equipo e instalación por ha.



A = Costo del equipo por ha. en cada período de cosecha

N = Número de períodos de cosecha

Costo de mantenimiento. Se consideró un 20% del costo del equipo correspondiente a una cosecha, para la reposición de goteros y aplicación de ácidos para la prevención del taponamiento, el costo estimado fue de \$ 5,112.35.

Costo de cultivo. Debido a que los costos del cultivo para cada tratamiento son diferentes hubo necesidad de dividirlos en dos grupos; el primero se constituyó por los costos fijos donde se integraron costos debidos a insumos y actividades necesarias para el buen desarrollo del cultivo como: Barbecho, rastreo, semilla etc. El segundo grupo se integró por los costos variables debido a insumos y actividades las cuales variaron de acuerdo al tratamiento que se trataba como: agua, energía, trasplante, cosecha y fertilización.

La integración de los dos grupos constituyó el costo del cultivo. Análisis de beneficio neto. Obtenidos los costos de producción y el valor de la misma, los datos fueron procesados en un paquete estadístico (SPSS) el cual es un paquete estadístico computacional destinado al análisis estadístico de datos en ciencias sociales y se encuentra disponible desde cualquiera de las terminales del computador CDC - CYBGR 70 que tiene instaladas la S.A.R.H. en la República. Los valores de beneficio neto para cada tratamiento así como su análisis de varianza y prueba de comparación de medias se presentan en los cuadros 25 y 26 y figura 13 respectivamente.

Los resultados mostraron que los tratamientos 5, 1, 2 y 6 manejados todos ellos con un volumen de agua de  $5,960 \text{ m}^3/\text{ha}$  correspondiente a un coeficiente de 0.90 de la evaporación y una densidad de población de 160,000 plantas/ha para 5 y 1 y 100,000 plantas/ha para 2 y 6 no mues--



tran diferencia significativa al 5% pero si se puede observar que los - tratamientos 5 y 1 los cuales corresponden a una densidad de población mayor, produjeron un beneficio neto promedio de 43,583.50 pesos más que los tratamientos 2 y 6. Los tratamientos que menos beneficio neto registraron fueron el 7 y el 11 los cuales se llevaron con una densidad de población de 160,000 y 130,000 plantas/ha y un coeficiente de evaporación de 0.50 y 0.30 correspondientes a un volumen de agua de 4,005 y 3,027 m<sup>3</sup>/ha, los beneficios netos obtenidos fueron de \$ 68,618.42 y 16,540.24 respectivamente.

El máximo beneficio neto para el cultivo de lechuga con riego por goteo se obtuvo con el tratamiento 5 el cual se manejó con una densidad de población de 160,000 plantas/ha y un coeficiente de evaporación de 0.90 correspondiente a un volumen de agua de 5,960 m<sup>3</sup>/ha. El beneficio neto fue de \$ 244,675.53/ha.

Los resultados de las variables respuesta analizadas en el experimento son presentados gráficamente en las figuras 14, 15, 16 y 17 del apéndice.



## CONCLUSIONES

1. El cultivo de lechuga con riego por goteo propició un beneficio neto de 244,675.53 pesos por hectárea.
2. Se pueden utilizar espaciamientos entre goteros de un metro para el cultivo de lechuga manejando coeficientes de la evaporación en un rango de 0.7 y 0.9.
3. La utilización de densidades de población de 160,000 plantas/ha - en el cultivo de lechuga comparada con una densidad de población de 70,000 plantas/ha. generó diferencias en rendimiento hasta de 36.6 toneladas por hectárea.
4. La aplicación de dosis de nitrógeno mayores de 80 kg por ha. no propició respuesta en incrementos de rendimiento en las condiciones manejadas.
5. La aplicación de un volumen de agua de 5,960 m<sup>3</sup> con una densidad de población de 160,000 plantas por ha y una dosis de nitrógeno de 80 kg, produjo el mejor rendimiento consistente en 72.04 ton/ha.
6. Se puede determinar la separación entre goteros para cada tipo de suelo, partiendo de la curva de ascenso capilar obtenida en laboratorio.
7. Para evitar el uso de válvulas en el control de volúmenes de agua por aplicar, se pueden utilizar reductores de presión consistentes en tubería del tipo microtubo con diámetro de 1.5 mm, ó bien manguera transparente de 3.1 mm de diámetro (cubierta del sol) -- con las longitudes resultantes de diseño.
8. Es necesario realizar un análisis de beneficio costo en todos los trabajos de investigación con riego por goteo ya que el costo del



equipo juega un papel importante en la decisión para la utilización de este sistema.



## LITERATURA CITADA

1. Aguirre, S.O. 1981. Guía Climática de la Comarca Lagunera, Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte. Matamoros, Coahuila, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. P. 1-20
2. Fersini, A. 1972. Horticultura Práctica. México. Editorial Diana. P. 300-305
3. Gómez Palacio, Durango. México. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. 1982. Memorias del III Curso de Riego por Goteo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. P. 1-175.
4. Guenko, G. 1974. Fundamentos de la Horticultura Cubana, Instituto Cubano del Libro, La Habana, Cuba. P. 321-334.
5. Hernández, A. J. 1979. Algunas Consideraciones sobre el Volumen de Suelo Mojado y su Importancia en el Diseño y Eficiencia de Sistemas de Riego Localizado. III Seminario Latinoamericano sobre Riego -- por Goteo. Campinas, Estado de Sao Paulo, Brasil. P. 296.
6. Jáquez, A. D. y C. Ramírez. 1980. Análisis y Diseño de Sistemas de Riego por Goteo. Torreón, Coahuila. Instituto Tecnológico de la Laguna. P. 1-100 (Tesis)
7. Karmeli, D. 1974. Apuntes de Curso de Riego por Goteo en Chapingo, México. 32 pp.
8. Kramer, J. P. 1974. Relaciones Hídricas de Suelos y Plantas. México. Editorial Edutex. P. 152-160.
9. Laboratorio de Salinidad de E.U.A. 1977. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México. Editorial Limusa. P. 1-35.
10. Mendoza, M. S.F. 1981. Obtención de la Función de Producción en Repollo. Chapingo, México. P. 1-50 (Tesis)
11. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Estadísticas de la Producción Agropecuaria y su Valor. Ciclos Agrícolas -- 1980-81 y 1981-1982. Zona de Influencia de la Comarca Lagunera, Coahuila y Durango. Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera. P. 80, 113.
12. Montano, D. I. 1981. Diseño de Sistemas de Riego por Goteo para Experimentación. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, Durango, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 13 p.p
13. \_\_\_\_\_ 1981. Prueba de Formación del Bulbo de Mojado con Riego por Goteo. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, Durango. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 15 p.p.



14. Moreno, D. L. 1976. Estudio de Cinco Poblaciones de Lechuga con Cinco Láminas de Riego, utilizando Riego por Goteo. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, Durango. México. - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 20 p.p.
15. \_\_\_\_\_ 1977. Evolución de la Investigación en Lechuga -- con el Método de Riego por Goteo en la Región Lagunera. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, Durango.- México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 15 p.p.
16. \_\_\_\_\_ 1977. Respuesta de la Lechuga a Tres Dosis de Fertilización Nitrogenada, Tres Frecuencias de Riego y Dos Láminas de Riego Aplicadas con Riego por Goteo. Chapingo, México. P.1-55 (Tesis).
17. Palacios, V. E. y A. Martínez. 1978. Respuesta de los Cultivos a Diferentes Niveles de Humedad del Suelo. Chapingo, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. P. 104-105.
18. Peña, P. E., E. Avila y C. Ramírez. 1978. Funcionamiento Hidráulico Diseño y Evaluación de Sistemas de Riego por Goteo. Boletín N°4. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, Durango. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 161 p.p.
19. \_\_\_\_\_ 1979. Avances de la Investigación en Riego por Goteo en la República Mexicana. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, Durango. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 14 p.p.
20. \_\_\_\_\_ 1981. Relación entre las Características del Suelo y el Consumo de Agua por los Cultivos, con el Diseño Hidráulico de los Sistemas de Riego por Goteo. Chapingo, México. IV Seminario Latinoamericano Sobre Riego por Goteo y Riego Localizado.- Barquisimeto, Venezuela. 12 p.p.
21. Ramírez, C. J. 1969. Características Generales de las Series de Suelos en la Región Lagunera, Distrito de Riego N°017, Cd. Lerdo, - Durango, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos P. 3-5.
22. Reyes, C. p. 1980. Diseño de Experimentos Aplicados. México. Editorial Trillas. P. 104-116.
23. Romero, F. E. 1979. Manual de Construcción y Operación de Invernaderos Familiares para la Producción de Hortalizas con Riego por Goteo. Boletín N° 5. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego Gómez Palacio, Durango, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. P. 17.
24. Rosales, J. J. R. 1972. Cómo, Cuándo y Cuánto regar con Sistemas de Riego por Goteo. Boletín Técnico N°4. Comité Directivo Agrícola del Distrito de Riego del Río Yaquí, Sonora, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. P. 9-16.



25. Ruíz, O. M. 1971. Tratado Elemental de Botánica. 12a. Ed. México.- Editorial E.C.L.A.S.A. P. 672-674.
26. Sampat, A. G. 1976. Física de Suelos, Principios y Aplicaciones. - 3a. Ed. México. Editorial Limusa. P. 107-111.
27. Valenzuela, R. T. 1971. Principios Básicos del Riego por Goteo. Memorándum Técnico N° 296. Dirección de Estadística y Estudios -- Económicos. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. P. 7-9.
28. Vega, S. F. 1979. Estudio de Cinco Láminas de Riego y Cinco Densidades de Población con el Cultivo de Lechuga con Riego por Goteo Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, - Durango, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 50 p.p.
29. Villa, C. F. 1979. Distribución de la Humedad en Riego por Goteo.- Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. Gómez Palacio, - Durango, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 20 p.p.



A P E N D I C E



CUADRO 1. NECESIDADES DE TUBERIA Y ACCESORIOS PARA EL EXPERIMENTO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO                          | UNIDAD | CANTIDAD |
|-----------------------------------|--------|----------|
| Gotero REX 122-T                  | Pza.   | 3,176    |
| Tubería Pol. 12 mm                | M      | 2,674.96 |
| Tubería Pol. 16 mm                | m      | 37.6     |
| Tubería Pol. 3/4"                 | m      | 61.2     |
| Tubería Pol. 1"                   | m      | 81.6     |
| Tubería Pol. 1 1/2"               | m      | 28.0     |
| Tubería Pol. 2"                   | m      | 57.2     |
| Manguera transp. 1/8"             | m      | 20       |
| Manguera transp. 3/16"            | m      | 15       |
| Manguera transp. 1/4"             | m      | 4        |
| Microtubo de 1.5 mm               | m      | 20       |
| Terminal de 12 mm                 | Pza.   | 232      |
| Tee de 12 mm                      | "      | 301      |
| Silleta 50 x 12 mm                | "      | 3        |
| Silleta 25 x 12                   | "      | 44       |
| Silleta 16 x 12 mm                | "      | 8        |
| Cople reducido de 1 x 3/4"        | "      | 12       |
| Cople reducido de 3/4 x 1/2"      | "      | 3        |
| Cople de 2"                       | "      | 1        |
| Adaptador macho de 1/2"           | "      | 1        |
| Adaptador macho de 1"             | "      | 4        |
| Adaptador macho de 1 1/2"         | "      | 2        |
| Adaptador macho de 2"             | "      | 3        |
| Reducción Bushing 1 2/2 x 1/2"    | "      | 1        |
| Reducción Bushing de 1 1/2 x 1"   | "      | 2        |
| Reducción Bushing de 2 x 1"       | "      | 2        |
| Cruz fierro galvanizado           | "      | 1        |
| Cruz fierro galvanizado de 1 1/2" | "      | 1        |
| Abrazadera de f.g. 3/4"           | "      | 6        |
| Abrazadera de f.g. 1"             | "      | 16       |
| Abrazadera de f.g. de 1 1/2"      | "      | 2        |
| Abrazadera de f.g. de 2"          | "      | 12       |
| Válvula de paso de 2"             | "      | 1        |
| Manómetro de 2 kg/cm              | "      | 2        |
| CABEZAL                           |        |          |
| Codo fierro galvanizado de 2"     | "      | 6        |
| Rosca unión de 2"                 | "      | 2        |
| Tee fierro galv. de 2"            | "      | 1        |
| Reducción campana de 5 x 2"       | "      | 1        |
| Manómetro de 2 kg/cm <sup>2</sup> | "      | 1        |
| Filtro de malla modelo 502        | "      | 1        |
| Tubería fierro galv. de 2"        | m      | 3        |
| Válvula macho de 2"               | Pza.   | 1        |
| Motobomba                         | "      | 1        |



CUADRO 2. DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRÍCOLA 1981-1982.

| AÑO 1981 |                 | MES DE DICIEMBRE |                 |              |            |
|----------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|------------|
| DÍA      | TEMP. MAX. (°C) | TEMP. MIN. (°C)  | TEMP. MED. (°C) | PRECIP. (mm) | EVAP. (mm) |
| 14       | 20.0            | 2.0              | 11.0            |              | 4.27       |
| 15       | 21.0            | 2.0              | 11.5            |              | 2.61       |
| 16       | 26.0            | 3.0              | 14.5            |              | 3.30       |
| 17       | 24.0            | 4.0              | 14.0            |              | 3.19       |
| 18       | 25.0            | 3.0              | 14.0            |              | 2.30       |
| 19       | 24.0            | 4.0              | 14.0            |              | 2.41       |
| 20       | 26.0            | 5.0              | 15.5            |              | 2.78       |
| 21       | 28.0            | 8.0              | 18.0            |              | 4.16       |
| 22       | 26.0            | 4.0              | 15.0            |              | 4.75       |
| 23       | 18.0            | 6.0              | 12.0            |              | 2.42       |
| 24       | 14.0            | 1.0              | 7.5             |              | 2.46       |
| 25       | 24.0            | 2.0              | 13.0            |              | 3.35       |
| 26       | 27.0            | 4.5              | 15.7            |              | 3.35       |
| 27       | 28.0            | 2.0              | 15.0            |              | 3.35       |
| 28       | 26.0            | 8.0              | 17.0            |              | 4.16       |
| 29       | 18.0            | 9.0              | 13.5            | 1.5          | 0.78       |
| 30       | 22.5            | 5.0              | 13.7            |              | 1.80       |
| 31       | 27.5            | 7.0              | 17.2            |              | 6.31       |
| AÑO 1982 |                 | MES DE ENERO     |                 |              |            |
| 1        | 29.0            | 7.0              | 18.0            |              | 6.31       |
| 2        | 29.0            | 12.5             | 20.7            |              | 6.31       |
| 3        | 28.0            | 8.5              | 18.2            |              | 6.32       |
| 4        | 20.0            | 4.0              | 12.0            |              | 5.20       |
| 5        | 27.0            | 1.0              | 14.0            |              | 4.11       |
| 6        | 28.0            | 3.0              | 15.5            |              | 3.90       |
| 7        | 27.0            | 3.0              | 15.0            |              | 4.06       |
| 8        | 16.0            | 4.5              | 10.2            |              | 4.43       |
| 9        | 19.0            | 5.0              | 12.0            |              | 2.71       |
| 10       | 22.0            | 6.5              | 14.2            |              | 2.43       |
| 11       | 15.5            | 7.0              | 11.2            |              | 1.82       |
| 12       | 26.0            | 7.5              | 16.7            |              | 6.87       |
| 13       | 24.0            | 9.0              | 16.5            |              | 7.79       |
| 14       | 15.5            | -1.5             | 7.0             |              | 3.52       |
| 15       | -               | 1.5              | -               |              | 3.60       |
| 16       | -               | -                | -               |              | 3.60       |
| 17       | 25.0            | -                | -               |              | 3.61       |
| 18       | 28.0            | -0.2             | 13.9            |              | 3.56       |
| 19       | 27.0            | 5.4              | 16.2            |              | 4.66       |
| 20       | 28.0            | 6.0              | 17.0            |              | 6.40       |
| 21       | 27.3            | 6.0              | 16.6            |              | 4.62       |
| 22       | 27.5            | 11.3             | 19.4            |              | 4.44       |
| 23       | 23.3            | 6.2              | 14.7            |              | 4.94       |
| 24       | 25.0            | 1.9              | 13.4            |              | 3.16       |
| 25       | 26.0            | 2.8              | 14.4            |              | 6.43       |



## CONTINUA CUADRO 2.

| DIA             | TEMP.MAX. (°C) | TEMP.MIN. (°C) | TEMP.MED. (°C)        | PRECIP. (mm) | EVAP. (mm) |
|-----------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------|------------|
| 26              | 22.8           | 3.0            | 12.9                  |              | 3.21       |
| 27              | 25.2           | 3.0            | 14.1                  |              | 5.00       |
| 28              | 26.4           | 2.6            | 14.5                  |              | 5.39       |
| 29              | 32.0           | 8.0            | 20.0                  |              | 10.93      |
| 30              | 18.3           | 8.6            | 13.4                  |              | 7.84       |
| 31              | 17.2           | 0.2            | 8.7                   |              | 3.10       |
|                 |                |                |                       |              |            |
| AÑO <u>1982</u> |                |                | MES DE <u>FEBRERO</u> |              |            |
| 1               | 24.8           | -1.2           | 11.8                  |              | 5.67       |
| 2               | 20.2           | 1.8            | 11.0                  |              | 6.51       |
| 3               | 20.5           | 1.2            | 10.8                  |              | 3.64       |
| 4               | 24.8           | -0.8           | 12.0                  |              | 4.55       |
| 5               | 18.0           | 2.0            | 10.0                  |              | 4.25       |
| 6               | 23.3           | 2.0            | 12.6                  |              | 5.24       |
| 7               | 24.0           | 0.0            | 12.0                  |              | 4.25       |
| 8               | 29.0           | 2.4            | 15.7                  |              | 8.99       |
| 9               | 25.8           | 6.0            | 15.9                  |              | 5.36       |
| 10              | 26.5           | 3.6            | 15.0                  |              | 4.73       |
| 11              | 29.0           | 5.5            | 17.2                  |              | 5.88       |
| 12              | 24.8           | 6.6            | 15.7                  |              | 7.50       |
| 13              | 17.5           | 10.0           | 13.7                  |              | 3.45       |
| 14              | 26.8           | 2.9            | 14.8                  |              | 5.00       |
| 15              | 26.4           | 4.0            | 15.2                  |              | 5.67       |
| 16              | 25.0           | 4.6            | 14.8                  |              | 5.48       |
| 17              | 27.4           | 3.5            | 15.4                  |              | 5.82       |
| 18              | 28.0           | 6.2            | 17.1                  |              | 6.43       |
| 19              | 27.0           | 6.2            | 16.6                  |              | 5.47       |
| 20              | 23.0           | 1.4            | 12.2                  |              | 6.60       |
| 21              | 23.0           | 6.8            | 14.9                  |              | 4.10       |
| 22              | 26.0           | 6.4            | 16.2                  |              | 5.12       |
| 23              | 29.8           | 9.8            | 19.8                  |              | 6.73       |
| 24              | 30.5           | 10.0           | 20.2                  | 1.3          | 6.75       |
| 25              | 23.6           | 13.0           | 18.3                  | 2.5          | 4.62       |
| 26              | 13.4           | 7.8            | 10.6                  | INAP.        | 3.49       |
| 27              | 23.0           | 7.9            | 15.4                  |              | 3.11       |
| 28              | 23.6           | 6.0            | 14.8                  |              | 4.00       |
| 29              |                |                |                       |              |            |
| 30              |                |                |                       |              |            |
| 31              |                |                |                       |              |            |
|                 |                |                |                       |              |            |
| AÑO <u>1982</u> |                |                | MES DE <u>MARZO</u>   |              |            |
| 1               | 23.6           | 4.6            | 14.1                  |              | 5.27       |
| 2               | 27.0           | 5.4            | 16.2                  |              | 8.00       |
| 3               | 30.5           | 7.6            | 19.1                  |              | 7.10       |
| 4               | 28.0           | 8.8            | 18.4                  |              | 6.43       |



CONTINUA CUADRO 2.

| DIA             | TEMP.MAX.(°C) | TEMP.MIN.(°C) | TEMP.MED.(°C)       | PRECIP.(mm) | EVAP.(mm) |
|-----------------|---------------|---------------|---------------------|-------------|-----------|
| 5               | 27.2          | 7.5           | 17.3                |             | 6.49      |
| 6               | 19.0          | 5.8           | 12.4                |             | 8.42      |
| 7               | 18.2          | 1.0           | 9.6                 |             | 4.27      |
| 8               | 25.4          | 2.2           | 13.8                |             | 4.72      |
| 9               | 28.2          | 6.4           | 17.3                |             | 6.53      |
| 10              | 29.0          | 8.0           | 18.5                |             | 6.37      |
| 11              | 30.0          | 9.0           | 19.5                |             | 6.08      |
| 12              | 33.2          | 10.6          | 21.9                |             | 7.66      |
| 13              | 31.8          | 12.0          | 21.9                |             | 8.35      |
| 14              | 32.0          | 11.0          | 21.5                |             | 8.21      |
| 15              | 32.8          | 9.6           | 21.2                |             | 10.53     |
| 16              | 31.8          | 15.2          | 23.5                |             | 8.31      |
| 17              | 32.6          | 11.6          | 22.1                |             | 8.23      |
| 18              | 34.2          | 13.4          | 23.8                |             | 9.15      |
| 19              | 34.2          | 15.6          | 24.9                |             | 9.94      |
| 20              | 35.1          | 11.8          | 23.4                |             | 8.11      |
| 21              | 34.5          | 14.3          | 24.4                |             | 6.95      |
| 22              | 30.6          | 13.0          | 21.8                |             | 6.69      |
| 23              | 29.6          | 12.2          | 20.9                |             | 7.54      |
| 24              | 28.6          | 16.2          | 22.4                |             | 5.37      |
| 25              | 29.6          | 11.4          | 20.5                |             | 7.72      |
| 26              | 28.4          | 11.0          | 19.7                |             | 6.15      |
| 27              | 31.6          | 12.4          | 22.0                |             | 6.82      |
| 28              | 26.8          | 10.6          | 18.7                |             | 5.57      |
| 29              | 33.3          | 11.8          | 22.5                |             | 5.57      |
| 30              | 32.8          | 12.5          | 22.6                |             | 11.17     |
| 31              | 33.0          | 12.0          | 22.5                |             | 8.39      |
|                 |               |               |                     |             |           |
| AÑO <u>1982</u> |               |               | MES DE <u>ABRIL</u> |             |           |
| 1               | 34.4          | 13.2          | 23.8                |             | 8.95      |
| 2               | 33.8          | 16.6          | 25.2                |             | 7.35      |
| 3               | 34.5          | 10.2          | 22.3                |             | 8.41      |
| 4               | 34.8          | 11.5          | 23.1                |             | 8.89      |
| 5               | 32.6          | 14.6          | 23.6                |             | 8.50      |
| 6               | 34.8          | 13.5          | 23.8                |             | 8.83      |
| 7               | 32.9          | 13.8          | 23.3                |             | 10.04     |
| 8               | 31.8          | 16.8          | 24.3                |             | 9.84      |
| 9               | 30.2          | 11.2          | 20.7                |             | 9.21      |
| 10              | 32.0          | 12.8          | 22.4                |             | 10.45     |
| 11              | 30.4          | 10.0          | 20.2                |             | 7.14      |
| 12              | 33.4          | 13.0          | 23.2                |             | 7.14      |



CUADRO 3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO DEL SITIO EXPERIMENTAL. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CARACTERISTICAS                           | PROFUNDIDAD |        |         |        |
|---|-------------|--------|---------|--------|
|   | 0 - 30      |        | 30 - 60 |        |
|   | POZO 1      | POZO 2 | POZO 1  | POZO 2 |
| Porciento de arena (%)                    | 37.91       | 37.92  | 36.92   | 37.92  |
| Porciento de Limo (%)                     | 31.00       | 31.00  | 35.00   | 36.00  |
| Porciento de arcilla (%)                  | 31.08       | 31.08  | 28.08   | 26.08  |
| Textura                                   | Mr          | Mr     | F       | F      |
| Capacidad de campo (Ps)*                  | 31.44       | -      | 31.40   | -      |
| Porciento de marchitez permanente (Ps)*   | 13.18       | -      | 13.17   | -      |
| Densidad aparente (gr/cm)                 | 1.324       | -      | 1.340   | -      |
| pH  | 7.6         | 7.6    | 7.6     | 7.7    |
| Conductividad eléctrica (mmhos/cm a 25°)  | 5.5         | 5.8    | 2.4     | 2.2    |
| Clasificación por salinidad               | Salino      | Salino | Normal  | Normal |
| Materia orgánica (%)                      | 0.8         | 0.8    | 0.3     | 0.4    |
| Nitrógeno total (%)                       | 0.044       | 0.041  | 0.017   | 0.020  |
| Ca <sup>++</sup> ( meq/lt )               | 38.8        | 43.0   | 13.6    | 12.0   |
| Mg <sup>++</sup> ( meq/lt )               | 7.2         | 9.2    | 2.4     | 2.8    |
| Na <sup>+</sup> ( meq/lt )                | 9.0         | 5.6    | 8.0     | 7.3    |
| SUMA DE CATIONES                          | 55.0        | 57.8   | 24.0    | 22.1   |
| CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> ( meq/lt )   | -           | -      | -       | -      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup> ( meq/ lt ) | 1.5         | 2.0    | 1.5     | 1.5    |
| SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( meq/lt )   | 47.0        | 48.0   | 15.0    | 19.0   |
| Cl <sup>-</sup> ( meq/lt )                | 6.0         | 7.5    | 3.0     | 2.0    |
| SUMA DE ANIONES                           | 54.5        | 57.5   | 19.5    | 22.5   |

\* Porciento de humedad del suelo en base a suelo seco.



CUADRO 4. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA DE RIEGO. CENAMAR-SARH.  
CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO                                 | VALOR   |
|--|---------|
| C.E. x 10 <sup>6</sup>                   | 225     |
| pH                                       | 7.5     |
| Ca <sup>++</sup> ( meq/lt )              | 0.80    |
| Mg <sup>++</sup> ( meq/lt )              | 1.20    |
| N <sup>+</sup> ( meq/lt )                | 0.64    |
| K <sup>+</sup> ( meq/lt )                | 0.02    |
| SUMA DE CATIONES ( meq/lt )              | 2.66    |
| CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> ( meq/lt )  | 0.00    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( meq/lt ) | 1.82    |
| Cl <sup>-</sup> ( meq/lt )               | 0.33    |
| SO <sub>4</sub> <sup>+</sup> ( meq/lt )  | 0.65    |
| SUMA DE ANIONES                          | 2.80    |
| SE ( meq/lt )                            | 0.84    |
| SP ( meq/lt )                            | 0.66    |
| RAS                                      | 0.64    |
| CSR ( meq/lt )                           | 0.00    |
| PSP (%)                                  | 76.19   |
| Boro ( meq/lt )                          | 0.07478 |
| Arsénico ( meq/lt )                      | 0.00500 |



CUADRO 5. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LA ARENA DE RIO UTILIZADA EN EL ALMACIGO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CARACTERISTICAS                             | PROFUNDIDAD<br>0 - 30 |
|---|-----------------------|
| Por ciento de arena (%)                     | 95.20                 |
| Por ciento de limo (%)                      | 1.00                  |
| Por ciento de arcilla (%)                   | 3.80                  |
| Textura                                     | A                     |
| Capacidad de campo (Ps) *                   | 14.79                 |
| Por ciento de marchitez permanente (Ps)*    | 5.85                  |
| Densidad aparente (gr/cm)                   | 1.382                 |
| pH  | 7.9                   |
| Conductividad eléctrica ( mmhos/cm a 25°C ) | 0.75                  |
| Ca <sup>++</sup> ( meq/lt )                 | 4.00                  |
| Mg <sup>++</sup> ( meq/lt )                 | 1.20                  |
| Na <sup>+</sup> ( meq/lt )                  | 1.48                  |
| K <sup>+</sup> ( meq/lt )                   | 0.28                  |
| SUMA DE CATIONES                            | 6.96                  |
| CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( meq/lt )     | 0                     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( meq/lt )    | 2.50                  |
| SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( meq/lt )     | 2.81                  |
| Cl ( meq/lt )                               | 2.50                  |
| SUMA DE ANIONES                             | 7.81                  |
| P.S.I.                                      | 0.091                 |

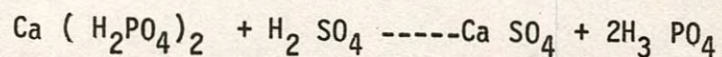
\* Por ciento de humedad del suelo en base a suelo seco.



CUADRO 6. FORMULACION EMPLEADA EN LA PREPARACION DE LA SOLUCION NUTRIMENTAL PARA EL RIEGO DEL ALMACIGO DE LECHUGA. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| COMPUESTO                     | CONCENTRACION (%) | gr/200 lt. agua |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| Nitrato de amonio             | 33.5              | 209             |
| Superfosfato triple de calcio | 20.00             | 100             |
| Sulfato de potasio            | 44.0              | 136             |
| Sulfato de magnesio           | 11.0              | 45              |
| Sulfato de manganeso          | 24.0              | 2.0             |
| Sulfato ferroso               | 8.9               | 11.0            |

CUADRO 7. DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO PARA SOLUBILIZAR EL SUPERFOSFATO TRIPLE DE CALCIO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.



| COMPUESTO  | CANTIDAD |
|--|----------|
| Ca ( H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | 1 Kg     |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                     | 280 ml   |
| H <sub>2</sub> O                                   | 3.5 lt   |



CUADRO 8. VOLUMENES DE AGUA APLICADOS EN EL EXPERIMENTO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | PORCENTAJE DE EVAPORACION UTILIZADO | VOLUMEN DE AGUA ( M <sup>3</sup> /Ha ) |
|--------------|-------------------------------------|--|
| 1            | 0.90                                | 5,960                                  |
| 2            | 0.90                                | 5,960                                  |
| 3            | 0.50                                | 4,005                                  |
| 4            | 0.50                                | 4,005                                  |
| 5            | 0.90                                | 5,960                                  |
| 6            | 0.90                                | 5,960                                  |
| 7            | 0.50                                | 4,005                                  |
| 8            | 0.50                                | 4,005                                  |
| 9            | 0.70                                | 4,982                                  |
| 10           | 0.70                                | 4,982                                  |
| 11           | 0.30                                | 3,027                                  |
| 12           | 0.70                                | 4,982                                  |
| Testigo      | 0.70                                | 5,979                                  |



CUADRO 9. PORCENTAJE DE ARRAIGO EN EL EXPERIMENTO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |      |      | X    |
|--------------|--------------|------|------|------|
|              | I            | II   | III  |      |
| 1            | 72.4         | 90.4 | 85.9 | 82.9 |
| 2            | 94.8         | 91.4 | 93.5 | 93.2 |
| 3            | 68.9         | 71.8 | 73.1 | 71.2 |
| 4            | 91.4         | 81.4 | 77.5 | 83.4 |
| 5            | 87.8         | 87.1 | 84.1 | 86.3 |
| 6            | 92.8         | 88.9 | 87.6 | 89.7 |
| 7            | 78.2         | 71.4 | 58.5 | 69.3 |
| 8            | 88.9         | 90.3 | 75.0 | 84.7 |
| 9            | 83.6         | 84.6 | 70.8 | 79.6 |
| 10           | 93.8         | 93.4 | 76.8 | 88.0 |
| 11           | 61.6         | 77.3 | 44.8 | 61.2 |
| 12           | 90.7         | 90.0 | 81.3 | 87.3 |
| Testigo      | 91.9         | 86.4 | 71.4 | 83.2 |

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE "PORCIENTO DE ARRAIGO"

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F     | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 591.401           | 295.700          | 6.794 | 0.005**          |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 2963.379          | 269.398          | 6.189 | 0.001**          |
| ERROR               | 22                 | 957.586           | 43.527           |       |                  |
| TOTAL               | 35                 | 4512.366          | 128.925          |       |                  |

\*\* Altamente Significativo.



CUADRO 11. DIAMETRO MEDIO (cms.) POR PIEZA DE PRIMERA CALIDAD EN EL EXPERIMENTO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |      |      | $\bar{X}$ |
|--------------|--------------|------|------|-----------|
|              | I            | II   | III  |           |
| 1            | 12.2         | 12.2 | 12.0 | 12.1      |
| 2            | 13.3         | 12.1 | 12.1 | 12.5      |
| 3            | 10.6         | 11.6 | 11.2 | 11.1      |
| 4            | 12.2         | 11.4 | 12.0 | 11.8      |
| 5            | 12.8         | 12.3 | 11.8 | 12.3      |
| 6            | 13.1         | 13.1 | 12.4 | 12.8      |
| 7            | 11.2         | 10.3 | 10.7 | 10.7      |
| 8            | 11.4         | 10.8 | 11.4 | 11.2      |
| 9            | 11.1         | 12.3 | 11.5 | 11.6      |
| 10           | 12.1         | 12.6 | 12.8 | 12.5      |
| 11           | 11.3         | 11.0 | 10.8 | 11.0      |
| 12           | 11.0         | 12.5 | 11.3 | 11.6      |
| Testigo      | 10.9         | 11.9 | 12.0 | 11.6      |

CUADRO 12. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " DIAMETRO MEDIO "

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F     | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 0.257             | 0.129            | 0.521 | .999 NS          |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 15.212            | 1.383            | 5.604 | .001 **          |
| ERROR               | 22                 | 5.429             | 0.247            |       |                  |
| TOTAL               | 35                 | 20.899            | 0.597            |       |                  |

NS = No significativo

\*\* = Altamente significativo



CUADRO 13. RENDIMIENTO DE LECHUGA DE PRIMERA CALIDAD (TON/HA) CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |       |       | X     |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|
|              | I            | II    | III   |       |
| 1            | 30.92        | 64.30 | 50.39 | 48.53 |
| 2            | 44.98        | 45.79 | 44.51 | 45.09 |
| 3            | 14.13        | 28.30 | 27.35 | 23.26 |
| 4            | 26.12        | 26.53 | 29.20 | 27.28 |
| 5            | 49.91        | 56.33 | 44.84 | 50.36 |
| 6            | 43.66        | 42.01 | 41.23 | 42.30 |
| 7            | 18.74        | 20.85 | 18.48 | 19.35 |
| 8            | 19.82        | 32.07 | 23.55 | 25.14 |
| 9            | 35.19        | 42.97 | 17.07 | 31.74 |
| 10           | 24.23        | 39.92 | 18.26 | 27.47 |
| 11           | 10.83        | 17.32 | 6.44  | 11.53 |
| 12           | 39.13        | 35.46 | 30.51 | 35.03 |
| Testigo      | 30.90        | 27.46 | 49.50 | 35.95 |

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " RENDIMIENTO DE PRIMERA CALIDAD TON/HA."

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F     | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 525.388           | 262.694          | 5.658 | .010 **          |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 4924.887          | 447.717          | 9.644 | .001 **          |
| ERROR               | 22                 | 1021.382          | 46.426           |       |                  |
| TOTAL               | 35                 | 6471.657          | 184.904          |       |                  |

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 15. RENDIMIENTO DE LECHUGA DE PRIMERA CALIDAD (TON/MM<sup>3</sup>) CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |       |      | X    |
|--------------|--------------|-------|------|------|
|              | I            | II    | III  |      |
| 1            | 5.19         | 10.80 | 8.46 | 8.15 |
| 2            | 7.55         | 7.69  | 7.47 | 7.57 |
| 3            | 3.53         | 7.07  | 6.83 | 5.81 |
| 4            | 6.52         | 6.62  | 7.29 | 6.81 |
| 5            | 8.38         | 9.46  | 7.53 | 8.46 |
| 6            | 7.33         | 7.05  | 6.92 | 7.10 |
| 7            | 4.68         | 5.20  | 4.61 | 4.83 |
| 8            | 4.95         | 8.01  | 5.87 | 6.28 |
| 9            | 7.07         | 8.63  | 3.42 | 6.37 |
| 10           | 4.86         | 8.02  | 3.66 | 5.51 |
| 11           | 3.57         | 5.71  | 2.12 | 3.80 |
| 12           | 7.86         | 7.12  | 6.13 | 7.03 |
| Testigo      | 6.20         | 5.51  | 9.94 | 7.22 |

CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " RENDIMIENTO PRIMERA CALIDAD ( TON/MM<sup>3</sup>)'

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F     | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 23.351            | 11.675           | 6.382 | 0.007 **         |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 60.071            | 5.461            | 2.985 | 0.014 *          |
| ERROR               | 22                 | 40.244            | 1.829            |       |                  |
| TOTAL               | 35                 | 123.666           | 3.533            |       |                  |

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 17. RENDIMIENTO DE LECHUGA DE SEGUNDA CALIDAD (TON/HA) CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |       |       | $\bar{x}$ |
|--------------|--------------|-------|-------|-----------|
|              | I            | II    | III   |           |
| 1            | 23.98        | 21.62 | 16.87 | 20.82     |
| 2            | 13.51        | 6.50  | 10.18 | 10.06     |
| 3            | 26.85        | 20.69 | 21.93 | 23.15     |
| 4            | 16.16        | 11.49 | 11.24 | 12.96     |
| 5            | 22.89        | 20.75 | 21.42 | 21.68     |
| 6            | 8.39         | 10.76 | 11.11 | 10.08     |
| 7            | 26.74        | 21.91 | 20.50 | 23.05     |
| 8            | 17.27        | 11.93 | 11.33 | 13.51     |
| 9            | 17.68        | 13.10 | 23.50 | 18.09     |
| 10           | 9.90         | 3.04  | 10.92 | 7.95      |
| 11           | 17.52        | 18.92 | 12.65 | 16.36     |
| 12           | 20.60        | 20.97 | 17.00 | 19.52     |
| Testigo      | 19.10        | 14.95 | 3.27  | 12.44     |

CUADRO 18. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " RENDIMIENTO DE SEGUNDA CALIDAD (TON/HA)"

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F      | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 75.330            | 37.665           | 4.503  | 0.022 *          |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 964.547           | 87.686           | 10.484 | 0.001 **         |
| ERROR               | 22                 | 184.008           | 8.364            |        |                  |
| TOTAL               | 35                 | 1223.885          | 34.968           |        |                  |

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 19. RENDIMIENTO DE LECHUGA DE SEGUNDA CALIDAD (TON/MM<sup>3</sup>) CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |      |      | X    |
|--------------|--------------|------|------|------|
|              | I            | II   | III  |      |
| 1            | 4.02         | 3.63 | 2.83 | 3.49 |
| 2            | 2.27         | 1.09 | 1.71 | 1.69 |
| 3            | 6.70         | 5.16 | 5.47 | 5.78 |
| 4            | 4.03         | 2.87 | 2.80 | 3.23 |
| 5            | 3.84         | 3.48 | 3.59 | 3.64 |
| 6            | 1.40         | 1.80 | 1.86 | 1.69 |
| 7            | 6.68         | 5.47 | 5.12 | 5.75 |
| 8            | 4.31         | 2.98 | 2.83 | 3.37 |
| 9            | 3.55         | 2.63 | 4.72 | 3.63 |
| 10           | 1.98         | 0.61 | 2.19 | 1.59 |
| 11           | 5.78         | 6.24 | 4.17 | 5.40 |
| 12           | 4.13         | 4.21 | 3.41 | 3.92 |
| Testigo      | 3.83         | 3.00 | 0.65 | 2.49 |

CUADRO 20. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " RENDIMIENTO SEGUNDA CALIDAD (TON/mm<sup>3</sup>)

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F      | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 3.816             | 1.908            | 4.565  | .021 *           |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 72.832            | 6.621            | 15.842 | .001 **          |
| ERROR               | 22                 | 9.195             | 0.418            |        |                  |
| TOTAL               | 35                 | 85.843            | 2.453            |        |                  |

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 21. RENDIMIENTO DE LECHUGA TOTAL (TON/HA) CON RIEGO POR GOTEO.  
CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |       |       | X     |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|
|              | I            | II    | III   |       |
| 1            | 54.90        | 85.92 | 67.26 | 69.36 |
| 2            | 58.49        | 52.29 | 54.69 | 55.15 |
| 3            | 40.98        | 48.99 | 49.28 | 46.41 |
| 4            | 42.28        | 38.02 | 40.44 | 40.24 |
| 5            | 72.80        | 77.08 | 66.26 | 72.04 |
| 6            | 52.05        | 52.77 | 52.34 | 52.38 |
| 7            | 45.48        | 42.76 | 38.98 | 42.40 |
| 8            | 37.09        | 44.00 | 34.86 | 38.65 |
| 9            | 52.87        | 56.07 | 40.57 | 49.83 |
| 10           | 34.13        | 42.96 | 29.18 | 35.42 |
| 11           | 28.35        | 36.24 | 19.09 | 27.89 |
| 12           | 59.73        | 56.43 | 47.51 | 54.55 |
| Testigo      | 50.00        | 42.41 | 52.77 | 48.39 |

CUADRO 22. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " RENDIMIENTO TOTAL  
(TON/HA) "

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F      | NIVEL DE SIGNIF |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|-----------------|
| BLOQUES             | 2                  | 364.337           | 182.168          | 5.128  | .015 *          |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 5667.730          | 515.248          | 14.504 | .001 **         |
| ERROR               | 22                 | 781.518           | 35.524           |        |                 |
| TOTAL               | 35                 | 6813.584          | 194.674          |        |                 |

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 23. RENDIMIENTO DE LECHUGA TOTAL (TON/MM<sup>3</sup>) CON RIEGO POR GOTEO  
CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |       |       | $\bar{x}$ |
|--------------|--------------|-------|-------|-----------|
|              | I            | II    | III   |           |
| 1            | 9.22         | 14.43 | 11.30 | 11.65     |
| 2            | 9.82         | 8.78  | 9.19  | 9.26      |
| 3            | 10.23        | 12.24 | 12.31 | 11.59     |
| 4            | 10.56        | 9.50  | 10.10 | 10.05     |
| 5            | 12.23        | 12.95 | 11.13 | 12.10     |
| 6            | 8.74         | 8.86  | 8.79  | 8.80      |
| 7            | 11.36        | 10.68 | 9.74  | 10.59     |
| 8            | 9.26         | 10.99 | 8.71  | 9.65      |
| 9            | 10.62        | 11.26 | 8.15  | 10.01     |
| 10           | 6.85         | 8.63  | 5.86  | 7.11      |
| 11           | 9.36         | 11.96 | 6.30  | 9.21      |
| 12           | 12.00        | 11.33 | 9.54  | 10.96     |
| Testigo      | 10.04        | 8.52  | 10.60 | 9.72      |

CUADRO 24. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " RENDIMIENTO TOTAL  
(TON/mm<sup>3</sup>) "

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F     | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | 17.600            | 8.800            | 5.602 | 0.011 *          |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | 65.822            | 5.984            | 3.809 | 0.004 **         |
| ERROR               | 22                 | 34.557            | 1.571            |       |                  |
| TOTAL               | 35                 | 117.980           | 3.371            |       |                  |

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 25. BENEFICIOS NETOS (PESOS/HA.) DEL EXPERIMENTO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEQ. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |            |            | X          |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|
|              | I            | II         | III        |            |
| 1            | 135,573.29   | 324,929.29 | 235,701.29 | 232,067.95 |
| 2            | 208,175.29   | 200,255.29 | 199,455.29 | 202,628.62 |
| 3            | 44,665.52    | 115,763.52 | 112,485.52 | 90,971.52  |
| 4            | 104,865.52   | 98,837.52  | 113,873.52 | 105,858.85 |
| 5            | 244,231.53   | 277,615.53 | 212,179.53 | 244,675.53 |
| 6            | 191,781.53   | 186,477.53 | 182,583.53 | 186,947.53 |
| 7            | 71,683.76    | 75,227.76  | 58,943.76  | 68,618.42  |
| 8            | 70,801.76    | 132,239.76 | 81,627.76  | 94,889.74  |
| 9            | 154,847.20   | 191,727.20 | 60,227.20  | 135,600.53 |
| 10           | 87,175.20    | 165,829.20 | 54,385.20  | 102,463.20 |
| 11           | 14,562.24    | 54,724.24  | -19,665.76 | 16,540.24  |
| 12           | 183,433.44   | 162,813.44 | 126,957.44 | 157,734.77 |

CUADRO 26. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE " BENEFICIO NETO (PESOS /HA) "

| CAUSAS DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F      | NIVEL DE SIGNIF. |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|------------------|
| BLOQUES             | 2                  | .1545030E+111     | 7725154654.111   | 5.567  | .011 *           |
| TRATAMIENTOS        | 11                 | .1593139E+12      | .1448308E+11     | 10.436 | .001 **          |
| ERROR               | 22                 | .3053025E+11      | 1387738805.626   |        |                  |
| TOTAL               | 35                 | .2052945E+12      | 355865558162.596 |        |                  |

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



CUADRO 27. COSTO DEL EQUIPO DE RIEGO POR GOTEO POR HECTAREA PARA EL CULTIVO DE LECHUGA. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO                                 | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO (\$) | COSTO TOTAL (\$) |
|--|--------|----------|---------------------|------------------|
| Tubería de polietileno A.D de 12 mm Ø    | m      | 8,200    | 5.75                | 47,150.00        |
| Tubería de polietileno A.D de 50 mm Ø    | m      | 160      | 107.45              | 17,192.00        |
| Goteros Rex 122 T                        | Pza.   | 8,300    | 5.80                | 48,140.00        |
| Silletas de 50x12 mm                     | "      | 166      | 31.50               | 5,229.00         |
| Terminales de plástico de 12 mm          | "      | 166      | 2.25                | 373.50           |
| Tapón macho de 50 mm                     | "      | 2        | 34.50               | 69.00            |
| Tee de fierro galvanizado de 50 mm Ø     | "      | 1        | 247.40              | 247.40           |
| Adaptador rosca inserción de 50 mm de Ø  | "      | 6        | 26.10               | 156.60           |
| Válvula compuerta de 50 mm de Ø          | "      | 1        | 3,225.00            | 3,225.00         |
| Manómetro de 2 kg/cm <sup>2</sup>        | "      | 1        | 470.00              | 470.00           |
| Abrazadera de fierro galv. de 50 mm de Ø | "      | 8        | 30.00               | 240.00           |

TOTAL

122,492.50

---



---



CUADRO 28. COSTO DEL CABEZAL DE CONTROL PARA CUATRO HECTAREAS. CENAMAR  
-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO                                      | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO<br>UNITARIO<br>(\$) | COSTO<br>TOTAL<br>(\$) |
|---|--------|----------|---------------------------|------------------------|
| Motobomba de 5 H.P                            | Pza.   | 1        | 36,810.00                 | 36,810.00              |
| Hidrociclón Mdo. 150                          | "      | 1        | 8,826.95                  | 8,826.95               |
| Filtro de mallas Mod. 502                     | "      | 1        | 9,664.90                  | 9,664.90               |
| Tanque fertilizador Mod.<br>30L               | "      | 1        | 6,543.50                  | 6,543.50               |
| Válvula de compuerta de<br>50 mm de Ø         | "      | 1        | 3,225.00                  | 3,225.00               |
| Válvula de compuerta de<br>12 mm de Ø         | "      | 2        | 345.00                    | 690.00                 |
| Tee fierro galv. 50 mm<br>de Ø                | "      | 2        | 247.40                    | 247.40                 |
| Tuerca unión de fierro<br>galv. 50 mm Ø       | "      | 3        | 436.00                    | 1,308.00               |
| Codos de fierro galv.<br>50 mm Ø              | "      | 4        | 136.15                    | 544.60                 |
| Codos fierro galv.<br>12 mm Ø                 | "      | 3        | 31.50                     | 94.50                  |
| Reducción Bushing de<br>f.g. de 50x12 mm Ø    | "      | 2        | 122.60                    | 245.20                 |
| Niples de f.g. de 10 cm<br>de long. y 50 mm Ø | "      | 10       | 51.00                     | 510.00                 |
| Niples de f.g. de 100<br>cm de long. 50 mm Ø  | "      | 2        | 222.50                    | 445.00                 |
| Niples de f.g. de 10<br>cm. de long. 12 mm Ø  | "      | 6        | 26.50                     | 159.00                 |
| Manómetros de 7 kg/cm <sup>2</sup>            | "      | 2        | 580.00                    | 1,160.00               |
| TOTAL   |        |          |                           | 70,721.45<br>=====     |



CUADRO 29. COSTO DE INSTALACION POR HECTAREA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE LECHUGA. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO                                     | JORNALES | COSTO UNITARIO (\$) | COSTO TOTAL (\$) |
|--|----------|---------------------|------------------|
| Estacado                                     | 3        | 331.50              | 994.50           |
| Corte de tubería para líneas regantes        | 5        | 331.50              | 1,657.50         |
| Inserción de goteros y terminales            | 10       | 331.50              | 3,315.00         |
| Excavación con zanjeadora para la conducción | 1        | 331.50              | 331.50           |
| Instalación de conducción y distribución     | 6        | 331.50              | 1,989.00         |
| Instalación de silletas                      | 4        | 331.50              | 1,326.00         |
| Tendido de líneas regantes                   | 5        | 331.50              | 1,657.50         |
| Enterrado de la conducción                   | 4        | 331.50              | 1,326.00         |
| Instalación de cabezal de control            | 2        | 331.50              | 663.00           |

TOTAL

13, 260.00

=====



CUADRO 30. COSTO SUB-TOTAL POR HECTAREA DEL CULTIVO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO        | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO(\$) | COSTO TOTAL(\$) |
|-----------------|--------|----------|--------------------|-----------------|
| Barbecho        | Ha.    | 1        | 620.00             | 620.00          |
| Rastreo         | Ha.    | 2        | 450.00             | 900.00          |
| Semilla         | Lb.    | 2        | 550.00             | 1,100.00        |
| Escarda         | Jornal | 20       | 331.50             | 6,630.00        |
| Limpia          | Jornal | 15       | 331.50             | 4,972.50        |
| Insecticidas    | Lt.    | 6        | 605.00             | 3,630.00        |
| Aplicación de   |        |          |                    |                 |
| Insecticidas    | Jornal | 6        | 331.50             | 1,989.00        |
| Sulfato triple  |        |          |                    |                 |
| de calcio       | Kg.    | 130      | 4.50               | 585.00          |
| Acido sulfúrico | Lt.    | 37       | 20.00              | 740.00          |
| Almácigo        | Jornal | 10       | 331.50             | 3,315.00        |

TOTAL

24,481.50

=====



CUADRO 31. COSTOS DE LOS INSUMOS Y ACTIVIDADES VARIABLES EMPLEADAS EN EL CULTIVO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO   | UNIDAD            | COSTO UNITARIO (\$) |
|------------|-------------------|---------------------|
| Agua       | mm <sup>3</sup>   | 650.00              |
| Energía    | Kw - hora         | 0.31                |
| Trasplante | Millar de plantas | 165.00              |
| Urea       | Kg                | 5.50                |
| Cosecha    | Tonelada          | 200.00              |

CUADRO 32. COSTO SUB-TOTAL DE PRODUCCION POR HECTAREA PARA EL CULTIVO DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO. CENAMAR - SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| CONCEPTO             | COSTO (\$) |
|----------------------|------------|
| Equipo e instalación | 25,561.90  |
| Mantenimiento        | 5,112.35   |
| Cultivo sub-total    | 24,481.50  |

SUB-TOTAL

55,155.75

=====



CUADRO 33. ESPECIFICACIONES EN EL DISEÑO HIDRAULICO PARA EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL EXPERIMENTO DE LECHUGA. CENAMAR-SARH. CICLO AGRI COLA 1981-1982.

| RIEGO DE IMPLANTACION          |           |         |           |        |          |        |       |        |
|--------------------------------|-----------|---------|-----------|--------|----------|--------|-------|--------|
| LINEA I (Repeticiones III-IV)  |           |         |           |        |          |        |       |        |
| TRAT.                          | q(lph)    | Q(lph)  | He(m)     | SL (m) | Qac(lph) | HfL(m) | HL(m) | ØL(mm) |
| P-P                            | 0.95-0.95 | 19-19   | 2.45-2.45 | 5.60   | 38.0     | 0.019  | 2.450 | 12     |
| 1-5                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 114.0    | 0.019  | 2.469 | 16     |
| 4-11                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 190.0    | 0.012  | 2.488 | 19     |
| 8-T                            | 0.95-0.57 | 38-45.6 | 2.45-0.92 | 6.80   | 273.6    | 0.025  | 2.500 | 19     |
| 12-12                          | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 394.6    | 0.011  | 2.525 | 25     |
| 2--6                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 425.6    | 0.016  | 2.536 | 25     |
| 5-8                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 501.6    | 0.023  | 2.552 | 25     |
| 3-7                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 3.40   | 577.6    | 0.016  | 2.575 | 25     |
| LINEA II (Repeticiones III-IV) |           |         |           |        |          |        |       |        |
| P-P                            | 0.95-0.95 | 19-19   | 2.45-2.45 | 5.60   | 38.0     | 0.019  | 2.450 | 12     |
| 7-3                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 114.0    | 0.019  | 2.469 | 16     |
| 10-4                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 190.0    | 0.012  | 2.486 | 19     |
| 11-10                          | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 266.0    | 0.023  | 2.500 | 19     |
| 9-9                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 342.0    | 0.038  | 2.523 | 19     |
| 6-2                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 418.0    | 0.016  | 2.561 | 25     |
| T-1                            | 0.57-0.95 | 45.6-38 | 0.92-2.45 | 3.40   | 501.6    | 0.012  | 2.577 | 25     |
|                                |           |         |           |        |          |        | 2.589 |        |
| LINEA III (Repeticiones I-II)  |           |         |           |        |          |        |       |        |
| P-P                            | 0.95-0.95 | 19-19   | 2.45-2.45 | 5.60   | 38.0     | 0.019  | 2.450 | 12     |
| 10-7                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 114.0    | 0.019  | 2.469 | 16     |
| 6-2                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 190.0    | 0.012  | 2.488 | 19     |
| 3-4                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 266.0    | 0.023  | 2.500 | 19     |
| 7-3                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 342.0    | 0.011  | 2.523 | 25     |
| 4-8                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 418.0    | 0.016  | 2.534 | 25     |
| 12-6                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 494.0    | 0.022  | 2.550 | 25     |
| T-12                           | 0.57-0.95 | 45.6-38 | 0.92-2.45 | 3.40   | 577.6    | 0.016  | 2.572 | 25     |
|                                |           |         |           |        |          |        | 2.588 |        |
| LINEA IV (Repeticiones I-II)   |           |         |           |        |          |        |       |        |
| P-P                            | 0.95-0.95 | 19-19   | 2.45-2.45 | 5.60   | 38.0     | 0.019  | 2.450 | 12     |
| 1-T                            | 0.95-0.57 | 38-45.6 | 2.45-0.92 | 6.80   | 121.6    | 0.005  | 2.469 | 19     |
| 11-9                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 197.6    | 0.013  | 2.474 | 19     |
| 5-10                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 273.6    | 0.007  | 2.487 | 25     |
| 9-5                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 349.6    | 0.011  | 2.494 | 25     |
| 2-1                            | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 6.80   | 425.6    | 0.016  | 2.505 | 25     |
| 8-11                           | 0.95-0.95 | 38-38   | 2.45-2.45 | 3.40   | 501.6    | 0.012  | 2.521 | 25     |



| DISTRIBUIDOR |             |                     |        |           |         |                    |        |
|--------------|-------------|---------------------|--------|-----------|---------|--------------------|--------|
| TRAMO        | QL (lph)    | HL <sub>1</sub> (m) | SD (m) | Qac (lph) | HfD (m) | H <sub>0</sub> (m) | Ø (mm) |
| D            | 48.5-41.8   | 2.45-2.45           | 17.20  | 90.30     | 0.029   | 2.450              | 16     |
| C            | 577.6-501.6 | 2.588-2.533         | 28.00  | 1169.50   | 0.050   | 2.479              | 38     |
| B            | 577.6-501.6 | 2.591-2.589         | 17.20  | 2248.70   | 0.031   | 2.529              | 50     |
| A            | 48.5-41.8   | 2.45-2.45           | 110.00 | 2339.00   | 0.205   | 2.560              | 50     |

| REDUCTORES DE PRESION |            |         |          |        |        |        |          |         |
|-----------------------|------------|---------|----------|--------|--------|--------|----------|---------|
| LINEA                 | REPETICION | Q (lph) | Ø L (mm) | HL (m) | He (m) | ΔH (m) | Ø R (mm) | LR (cm) |
| I                     | IV         | 45.6    | 19       | 2.500  | 0.92   | 1.580  | 3.1      | 68.7    |
| II                    | III        | 45.6    | 25       | 2.577  | 0.92   | 1.657  | 3.1      | 72.2    |
| III                   | II         | 45.6    | 25       | 2.572  | 0.92   | 1.652  | 3.1      | 72.0    |
| IV                    | I          | 45.6    | 19       | 2.469  | 0.92   | 1.549  | 3.1      | 72.0    |

| RIEGO DE TRATAMIENTOS         |           |           |           |         |           |         |        |          |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|--------|----------|
| LINEA I (Repeticiones III-IV) |           |           |           |         |           |         |        |          |
| TRAT                          | q (lph)   | Q (lph)   | He (m)    | S L (m) | Qac (lph) | HFL (m) | HL (m) | Ø L (mm) |
| P-P                           | 1.40-1.40 | 28.0-28.0 | 5.18-5.18 | 5.6     | 56.0      | 0.042   | 8.410  | 12       |
| 1-5                           | 1.80-1.80 | 72.0-72.0 | 8.41-8.41 | 6.8     | 200.0     | 0.057   | 8.452  | 16       |
| 4-11                          | 1.00-0.60 | 40.0-24.0 | 2.71-1.01 | 6.8     | 264.0     | 0.0231  | 8.509  | 19       |
| 8-T                           | 1.00-0.84 | 40.0-67-2 | 2.71-1.94 | 6.8     | 371.2     | 0.045   | 8.532  | 19       |
| 12-12                         | 1.40-1.40 | 56.0-56.0 | 5.18-5.18 | 6.8     | 483.2     | 0.021   | 8.571  | 25       |
| 2-6                           | 1.80-1.80 | 72.0-72.0 | 8.41-8.41 | 6.8     | 627.2     | 0.036   | 8.598  | 25       |
| 5-8                           | 1.80-1.00 | 72.0-40.0 | 8.41-2.71 | 6.8     | 739.2     | 0.049   | 8.634  | 25       |
| 3-7                           | 1.00-1.00 | 40.0-40.0 | 2.71-2.71 | 3.4     | 819.2     | 0.032   | 8.683  | 25       |
|                               |           |           |           |         |           |         | 8.715  |          |

| LINEA II (Repeticiones III-IV) |           |           |           |         |           |         |        |          |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|--------|----------|
| TRAT                           | q (lph)   | Q (lph)   | He (m)    | S L (m) | Qac (lph) | HFL (m) | HL (m) | Ø L (mm) |
| P-P                            | 1.40-1.40 | 28.0-28.0 | 5.18-5.18 | 5.6     | 56.0      | 0.042   | 8.410  | 12       |
| 7-3                            | 1.00-1.00 | 40.0-1.00 | 2.71-2.71 | 6.8     | 136.0     | 0.027   | 8.452  | 16       |
| 10-4                           | 1.40-1.00 | 56.0-40.0 | 5.18-2.71 | 6.8     | 232.0     | 0.018   | 8.974  | 19       |
| 11-10                          | 0.60-1.40 | 24.0-56.0 | 1.01-5.18 | 6.8     | 312.0     | 0.032   | 8.497  | 19       |
| 9-9                            | 1.40-1.40 | 56.0-56.0 | 5.18-5.18 | 6.8     | 424.0     | 0.059   | 8.529  | 19       |
| 6-2                            | 1.80-1.80 | 72.0-72.0 | 8.41-8.41 | 6.8     | 568.0     | 0.029   | 8.588  | 25       |
| T-1                            | 0.84-1.80 | 67.2-72.0 | 1.94-8.41 | 3.4     | 707.2     | 0.024   | 8.617  | 25       |
|                                |           |           |           |         |           |         | 8.641  |          |

| LINEA III (Repeticiones I-II) |           |           |           |         |           |         |        |          |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|--------|----------|
| TRAT                          | q (lph)   | Q (lph)   | He (m)    | S L (m) | Qac (lph) | HFL (m) | HL (m) | Ø L (mm) |
| P-P                           | 1.40-1.40 | 28.0-28.0 | 5.18-5.18 | 5.6     | 56.0      | 0.042   | 8.410  | 12       |
| 10-7                          | 1.40-1.00 | 56.0-40.0 | 5.18-2.71 | 6.8     | 152.0     | 0.033   | 8.452  | 16       |
| 6-2                           | 1.80-1.80 | 72.0-72.0 | 8.41-8.41 | 6.8     | 296.0     | 0.029   | 8.485  | 19       |
| 3-4                           | 1.00-1.00 | 40.0-40.0 | 2.71-2.71 | 6.8     | 376.0     | 0.046   | 8.514  | 19       |
| 7-3                           | 1.00-1.00 | 40.0-40.0 | 2.71-2.71 | 6.8     | 456.0     | 0.019   | 8.560  | 25       |
| 4-8                           | 1.00-1.00 | 40.0-40.0 | 2.71-2.71 | 6.8     | 536.0     | 0.026   | 8.579  | 25       |
| 12-6                          | 1.40-1.80 | 56.0-72.0 | 5.18-8.41 | 6.8     | 664.0     | 0.040   | 8.605  | 25       |
| T-12                          | 0.84-1.40 | 67.2-56.0 | 1.94-5.18 | 3.4     | 787.2     | 0.030   | 8.645  | 25       |
|                               |           |           |           |         |           |         | 8.675  |          |



CONTINUA CUADRO 33.

LINEA IV ( Repeticiones I - II )

|      |           |           |           |     |       |       |       |    |
|------|-----------|-----------|-----------|-----|-------|-------|-------|----|
| P-P  | 1.40-1.40 | 28.0-28.0 | 5.18-5.18 | 5.6 | 56.0  | 0.042 | 8.410 | 12 |
| 1-T  | 1.80-0.84 | 72.0-67.2 | 8.41-1.94 | 6.8 | 195.2 | 0.012 | 8.452 | 19 |
| 11-9 | 0.60-1.40 | 24.0-56.0 | 1.01-5.18 | 6.8 | 275.2 | 0.025 | 8.464 | 19 |
| 5-10 | 1.80-1.40 | 72.0-56.0 | 8.41-5.18 | 6.8 | 403.2 | 0.015 | 8.489 | 25 |
| 9-5  | 1.40-1.80 | 56.0-72.0 | 5.18-8.41 | 6.8 | 531.2 | 0.26  | 8.504 | 25 |
| 2-1  | 1.80-1.80 | 72.0-72.0 | 8.41-8.41 | 6.8 | 675.2 | 0.041 | 8.530 | 25 |
| 8-11 | 1.00-0.60 | 40.0-24.0 | 2.71-1.01 | 3.4 | 739.2 | 0.026 | 8.571 | 25 |

DISTRIBUIDOR

| TRAMO | QL(lph)     | HL <sub>1</sub> (m) | SD(m) | Qac(lph) | HfD(m) | HD(m) | ØD(mm) |
|-------|-------------|---------------------|-------|----------|--------|-------|--------|
| D     | 71.40-61.6  | 5.33-5.33           | 17.2  | 133.0    | 0.063  | 8.706 | 16     |
| C     | 787.2-739.2 | 8.675-8.597         | 28.0  | 1659.4   | 0.101  | 8.769 | 38     |
| B     | 819.2-707.2 | 8.715-8.641         | 17.2  | 3185.8   | 0.063  | 8.870 | 50     |
| A     | 71.4-61.6   | 5.333-5.333         | 110.0 | 3318.8   | 0.412  | 8.933 | 50     |

REDUCTORES DE PRESION

LINEA I.

| TRAT. | Q(lph) | ØL(mm) | HL(m) | He(m) | ΔH(m) | ØR(mm) | LR(cm)  |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|
| P     | 28.0   | 12     | 8.410 | 5.18  | 3.230 | 1.5    | 23.6    |
| 5     | 72.0   | 16     | 8.452 | 8.41  | 0.042 | -      | -       |
| 11    | 24.0   | 19     | 8.509 | 1.01  | 7.499 | 1.5    | 31.5    |
| T     | 67.2   | 19     | 8.532 | 1.94  | 5.592 | 3.1    | 114.0   |
| 12    | 56.0   | 25     | 8.577 | 5.18  | 3.397 | 3.1    | 99.2    |
| 6     | 72.0   | 25     | 8.598 | 8.41  | 0.188 | -      | -       |
| 8     | 40.0   | 25     | 8.634 | 2.71  | 5.924 | 1.5    | 2(44.7) |
| 7     | 40.0   | 25     | 8.683 | 2.71  | 5.973 | 1.5    | 2(44.7) |
| 8     | 28.0   | 12     | 8.410 | 5.18  | 3.230 | 1.5    | 23.6    |
| 1     | 72.0   | 16     | 8.452 | 8.41  | 0.042 | -      | -       |
| 4     | 40.0   | 19     | 8.509 | 2.71  | 5.799 | 1.5    | 2(43.6) |
| -8    | 40.0   | 19     | 8.532 | 2.71  | 5.822 | 1.5    | 2(43.7) |
| 12    | 56.0   | 25     | 8.577 | 5.18  | 3.397 | 3.1    | 99.2    |
| 2     | 72.0   | 25     | 8.598 | 8.41  | 0.188 | -      | -       |
| 5     | 72.0   | 25     | 8.634 | 8.41  | 0.224 | -      | -       |
| 3     | 40.0   | 25     | 8.683 | 2.71  | 5.973 | 1.5    | 2(44.7) |

LINEA II.

|    |      |    |       |      |       |     |         |
|----|------|----|-------|------|-------|-----|---------|
| P1 | 28.0 | 12 | 8.410 | 5.18 | 3.230 | 1.5 | 23.6    |
| 3  | 40.0 | 16 | 8.452 | 2.71 | 5.742 | 1.5 | 2(43.2) |
| 4  | 40.0 | 19 | 8.479 | 2.71 | 5.769 | 1.5 | 2(43.4) |
| 10 | 56.0 | 19 | 8.497 | 5.18 | 3.317 | 3.1 | 96.8    |
| 9  | 56.0 | 19 | 8.529 | 5.18 | 3.349 | 3.1 | 97.8    |
| 2  | 72.0 | 25 | 8.588 | 8.41 | 0.178 | -   | -       |
| 1  | 72.0 | 25 | 8.617 | 8.41 | 0.207 | -   | -       |



## CONTINUA CUADRO 33.

|            |      |    |       |      |       |     |         |
|------------|------|----|-------|------|-------|-----|---------|
| P          | 28.0 | 12 | 8.410 | 5.18 | 3.230 | 1.5 | 23.6    |
| 7          | 40.0 | 16 | 8.452 | 2.71 | 5.742 | 1.5 | 2(43.2) |
| 10         | 56.0 | 19 | 8.479 | 5.18 | 3.299 | 3.1 | 96.3    |
| 11         | 24.0 | 19 | 8.497 | 1.01 | 7.487 | 1.5 | 31.4    |
| 9          | 56.0 | 19 | 8.529 | 5.18 | 3.349 | 3.1 | 97.8    |
| 6          | 72.0 | 25 | 8.588 | 8.41 | 0.178 | -   | -       |
| LINEA III. |      |    |       |      |       |     |         |
| P          | 28.0 | 12 | 8.410 | 5.18 | 3.230 | 1.5 | 23.6    |
| 7          | 40.0 | 16 | 8.452 | 2.71 | 5.742 | 1.5 | 2(43.2) |
| 2          | 72.0 | 19 | 8.485 | 8.41 | 0.075 | -   | -       |
| 4          | 40.0 | 19 | 8.514 | 2.71 | 5.804 | 1.5 | 2(43.6) |
| 3          | 40.0 | 25 | 8.560 | 2.71 | 5.850 | 1.5 | 2(43.9) |
| 8          | 40.0 | 25 | 8.579 | 2.71 | 5.869 | 1.5 | 2(44.0) |
| 6          | 72.0 | 25 | 8.605 | 8.41 | 8.195 | -   | -       |
| 12         | 56.0 | 25 | 8.645 | 5.18 | 3.465 | 3.1 | 101.0   |
| P          | 28.0 | 12 | 8.410 | 5.18 | 3.230 | 1.5 | 23.6    |
| 10         | 56.0 | 16 | 8.452 | 5.18 | 3.272 | 3.1 | 55.4    |
| 6          | 72.0 | 19 | 8.485 | 8.41 | 0.075 | -   | -       |
| 3          | 40.0 | 19 | 8.514 | 2.71 | 5.805 | 1.5 | 2(43.6) |
| 7          | 40.0 | 25 | 8.560 | 2.71 | 5.850 | 1.5 | 2(43.9) |
| 4          | 40.0 | 25 | 8.579 | 2.71 | 5.869 | 1.5 | 2(44.0) |
| 12         | 56.0 | 25 | 8.605 | 5.18 | 3.425 | 3.1 | 100.0   |
| T          | 67.2 | 25 | 8.645 | 1.94 | 6.705 | 3.1 | 137.01  |
| LINEA IV.  |      |    |       |      |       |     |         |
| P          | 26.0 | 12 | 8.410 | 5.18 | 3.230 | 1.5 | 23.6    |
| T          |      | 19 | 8.452 | 1.94 | 6.512 | 3.1 | 133.0   |
| 9          | 56.0 | 19 | 8.464 | 5.18 | 3.284 | 3.1 | 95.8    |
| 10         | 56.0 | 25 | 8.489 | 5.18 | 3.309 | 3.1 | 96.6    |
| 5          | 72.0 | 25 | 8.504 | 8.41 | 0.094 | -   | -       |
| 1          | 72.0 | 25 | 8.530 | 8.41 | 0.120 | -   | -       |
| 11         | 24.0 | 25 | 8.571 | 1.01 | 7.561 | 1.5 | 31.8    |
| P          | 28.0 | 12 | 8.410 | 5.18 | 3.230 | 1.5 | 23.6    |
| I          | 72.0 | 19 | 8.452 | 8.41 | 0.042 | -   | -       |
| 11         | 24.0 | 19 | 8.464 | 1.01 | 7.454 | 1.5 | 31.3    |
| 5          | 72.0 | 25 | 8.489 | 8.41 | 0.079 | -   | 50.5    |
| 9          | 56.0 | 25 | 8.504 | 5.18 | 3.324 | 3.1 | 97.0    |
| 2          | 72.0 | 25 | 8.530 | 8.41 | 0.120 | -   | -       |
| 8          | 40.0 | 25 | 8.571 | 2.71 | 5.861 | 1.5 | 2(44.0) |



## CONTINUA CUADRO 33.

| REDUCTORES DE PRESION EN LA ENTRADA DE LA LINEA |         |                      |       |                     |                |                      |        |
|---|---------|----------------------|-------|---------------------|----------------|----------------------|--------|
| LINEA   | QL(lph) | $\varnothing D$ (mm) | HD(m) | HL <sub>1</sub> (m) | $\Delta H$ (m) | $\varnothing R$ (mm) | LR(cm) |
| P   | 71.4    | 16                   | 8.706 | 5.333               | 3.373          | 3.1                  | 59.4   |
| P   | 61.6    | 16                   | 8.706 | 5.333               | 3.373          | 3.1                  | 80.9   |
| III   | 787.2   | 38                   | 8.769 | 8.675               | 0.094          | 16.0                 | 49.4   |
| IV  | 739.2   | 38                   | 8.765 | 8.597               | 0.172          | 16.0                 | 130.0  |
| I   | 819.2   | 50                   | 8.870 | 8.715               | 0.155          | 16.0                 | 88.4   |
| II  | 707.2   | 50                   | 8.870 | 8.641               | 0.229          | 16.0                 | 200.0  |
| P   | 71.4    | 50                   | 8.933 | 5.333               | 3.600          | 3.1                  | 63.6   |
| P   | 61.6    | 50                   | 8.533 | 5.333               | 3.600          | 3.1                  | 86.5   |

## SIMBOLOGIA UTILIZADA :

- $q$  = Gasto del gotero (lph)  
 $H_e$  = Presión de operación del gotero (m)  
 $SL$  = Longitud de la sección de la línea regante (m)  
 $Q$  = Gasto que circula por la sección de la línea regante o del distribuidor (l ph )  
 $Q_{ac}$  = Gasto acumulado en cada punto de la línea o del distribuidor (l ph)  
 $H_{fL}$  = Pérdida de presión en la sección de la línea regante (m)  
 $HL$  = Presión al final de la sección de la línea regante (m)  
 $\varnothing L$  = Diámetro de la Sección de la línea regante (mm)  
 $QL$  = Gasto de la línea regante ( l ph)  
 $HL_1$  = Presión de la entrada de la línea regante (m)  
 $SD$  = Longitud de la sección del distribuidor (m)  
 $H_{fD}$  = Pérdida de presión en la sección del distribuidor (m)  
 $HD$  = Presión al final de la sección del distribuidor (m)  
 $\varnothing D$  = Diámetro de la sección del distribuidor (mm)  
 $\Delta H$  = Pérdida de presión inducida por el reductor de presión (m)  
 $\varnothing R$  = Diámetro del reductor de presión (mm)  
 $LR$  = Longitud del reductor de presión (cm)



CUADRO 34. EVALUACION HIDRAULICA DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL EXPERIMENTO DE LECHUGA. CENAMAR-SARH. CICLO AGRICOLA 1981-1982.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |      |      |      | $\bar{x}$ |
|--------------|--------------|------|------|------|-----------|
|              | I            | II   | III  | IV   |           |
| 1            | * 1.79       | 1.80 | 1.80 | 1.82 | 1.80      |
| 2            | 1.80         | 1.81 | 1.80 | 1.83 | 1.81      |
| 3            | 0.98         | 1.01 | 1.03 | 1.01 | 1.00      |
| 4            | 1.01         | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01      |
| 5            | 1.78         | 1.79 | 1.81 | 1.80 | 1.79      |
| 6            | 1.80         | 1.82 | 1.82 | 1.81 | 1.81      |
| 7            | 0.97         | 0.99 | 1.00 | 1.01 | 0.99      |
| 8            | 1.01         | 1.01 | 1.00 | 1.03 | 1.01      |
| 9            | 1.40         | 1.41 | 1.41 | 1.42 | 1.41      |
| 10           | 1.39         | 1.40 | 1.40 | 1.42 | 1.40      |
| 11           | 0.60         | 0.61 | 0.59 | 0.60 | 0.60      |
| 12           | 1.41         | 1.41 | 1.43 | 1.42 | 1.41      |
| Testigo      | 0.82         | 0.82 | 0.84 | 0.86 | 0.83      |

\* = Gasto del gotero en L.P.H.



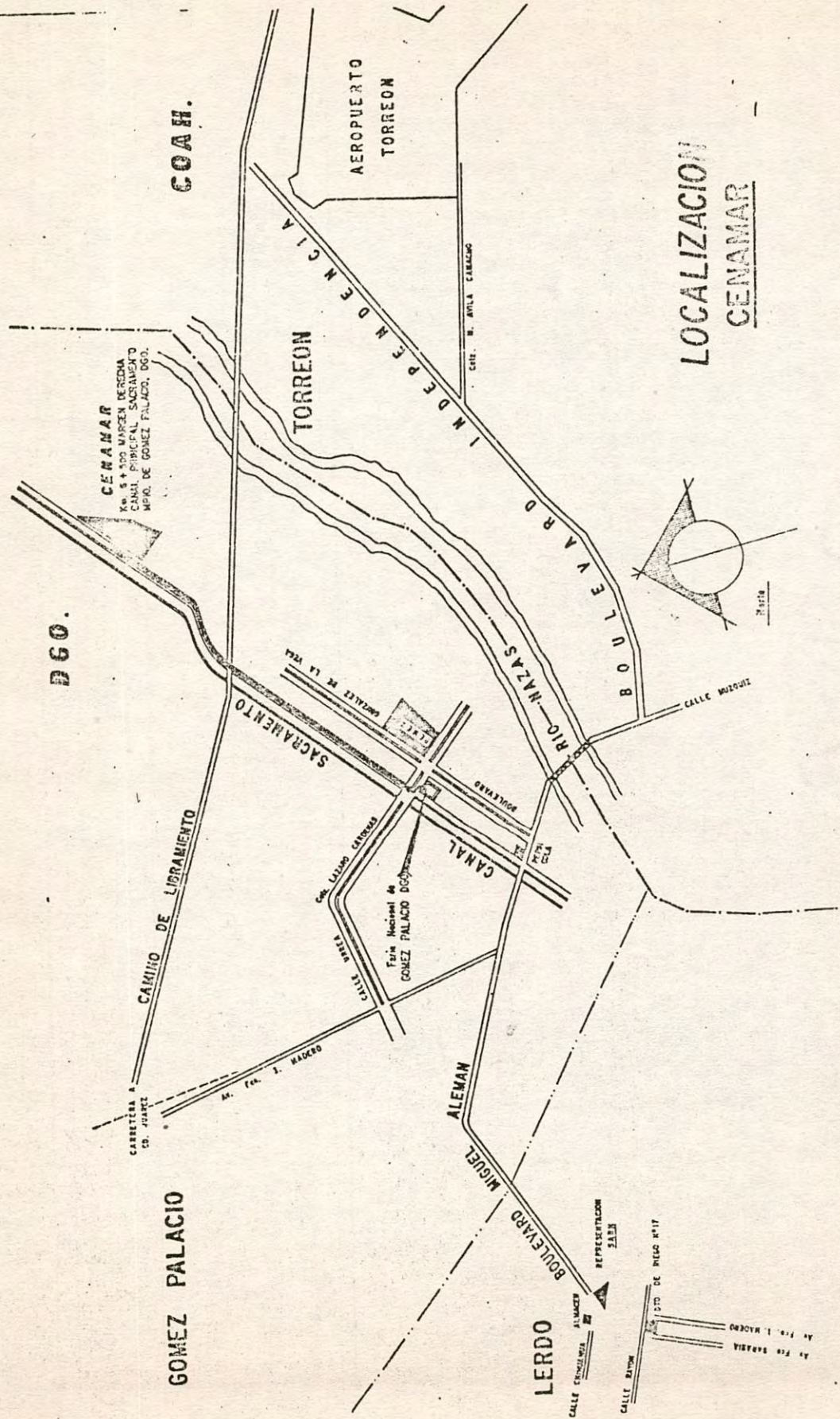


Figura 1. Localización del lugar donde se realizó el experimento de lechuga con riego por goté CENAMAR-SARH. Ciclo Agrícola 1981-1982



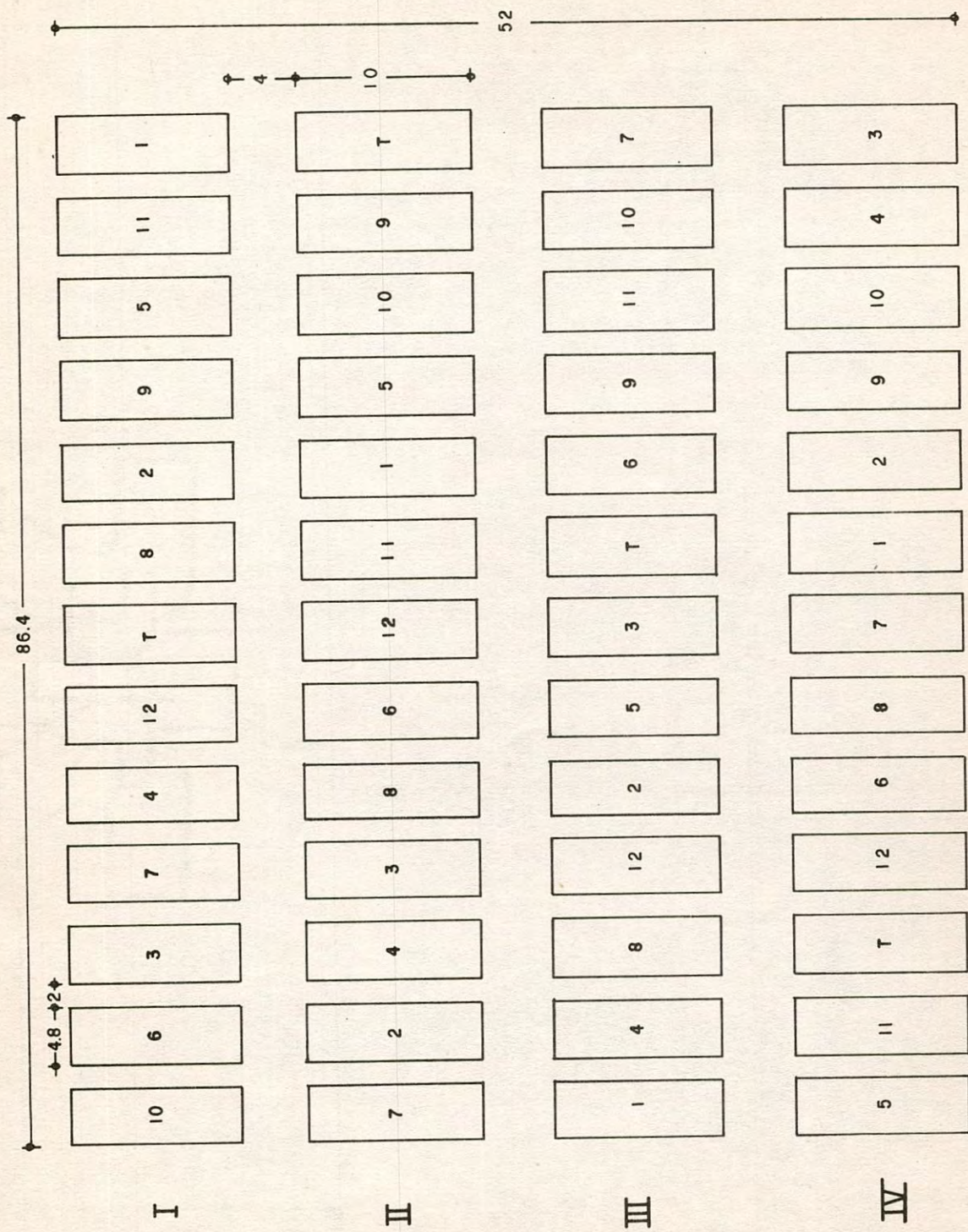


Figura 2 Distribución de tratamientos en campo del experimento de lechuga con riego por goteo. CENAMAR SARH. Ciclo agrícola 1981-1982



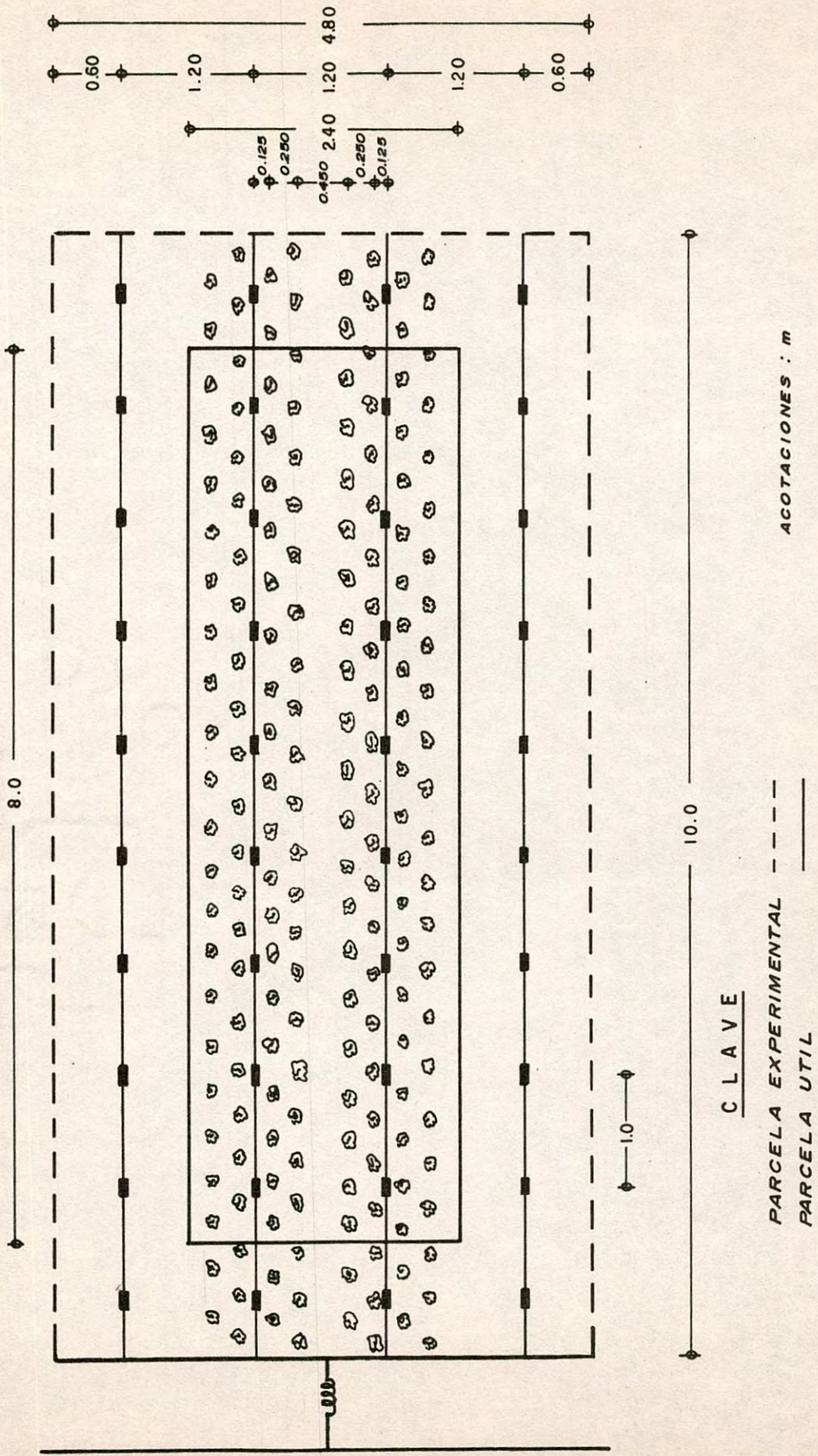


Figura 3 Parcela experimental y útil. CENAMAR SARH  
Ciclo agrícola 1981 — 1982



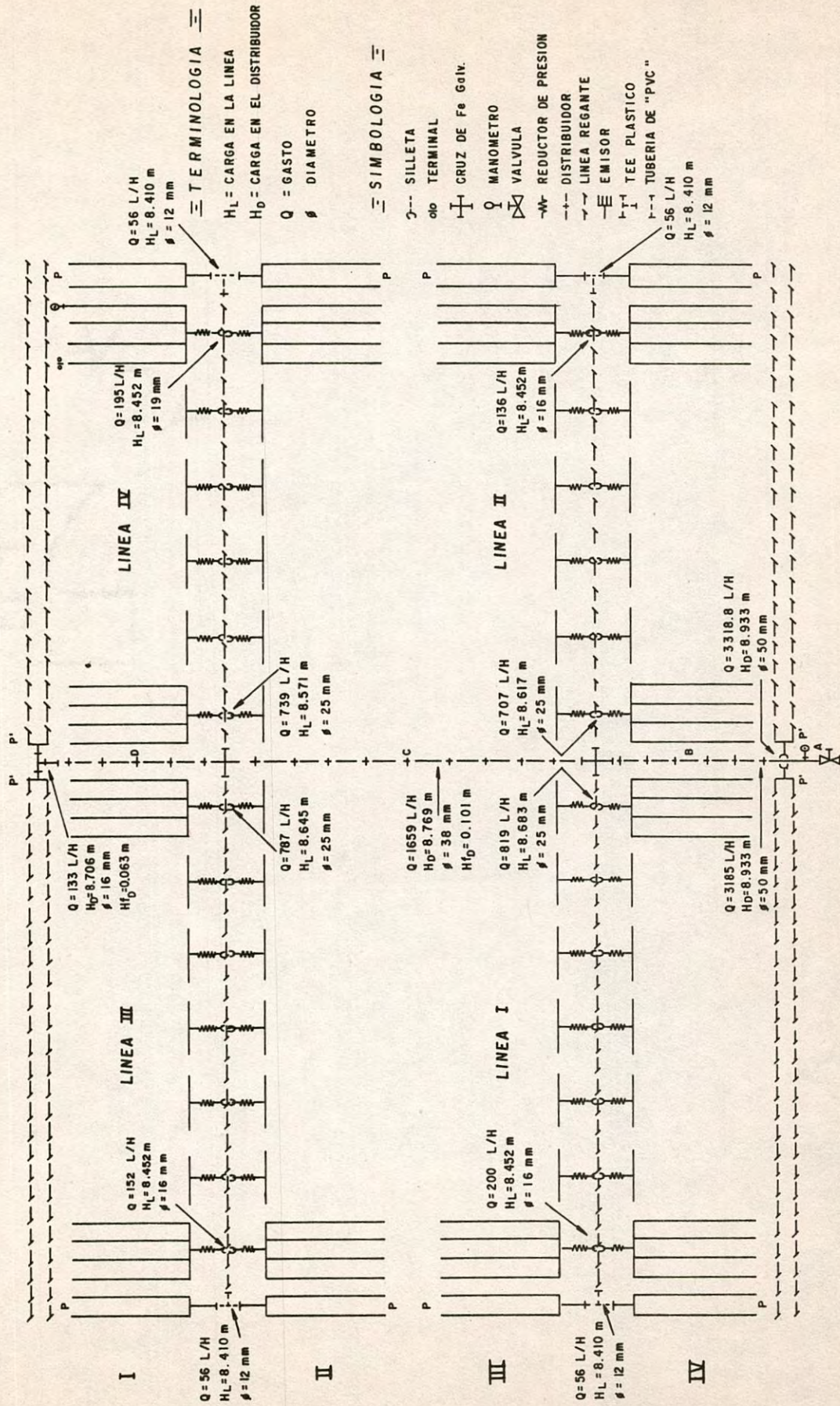


Figura 4: Diseño hidráulico del sistema de riego por goteo para el experimento de lechuga.  
CENAMAR - SARH. Ciclo Agrícola 1981-82



|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT. | 2    | 6    | 10   | 12   | 5    | 8    | 4    | 1    | 9    | 3    | 7    | 11   |
| P.A.  | 93.2 | 89.7 | 88.0 | 87.3 | 86.3 | 84.7 | 83.4 | 82.9 | 79.6 | 71.2 | 69.3 | 61.2 |

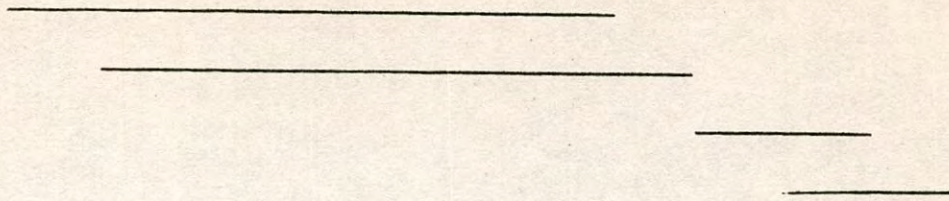


Figura 5. Prueba de comparación de Medias para la Variable "Porcentaje de Arraigo"

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT. | 6    | 2    | 10   | 5    | 1    | 4    | 12   | 9    | 8    | 3    | 11   | 7    |
| D.M.  | 12.8 | 12.5 | 12.5 | 12.3 | 12.1 | 11.8 | 11.6 | 11.6 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 |

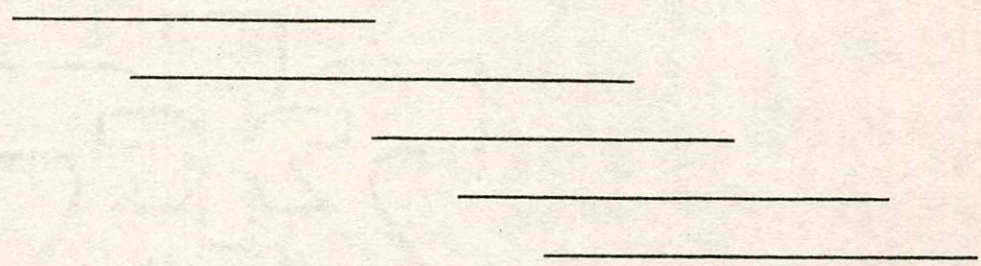


Figura 6. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Diámetro Medio"

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT.   | 5    | 1    | 2    | 6    | 12   | 9    | 10   | 4    | 8    | 3    | 7    | 11   |
| REND.1a | 50.3 | 48.5 | 45.0 | 42.3 | 35.0 | 31.7 | 27.4 | 27.2 | 25.1 | 23.2 | 19.3 | 11.5 |

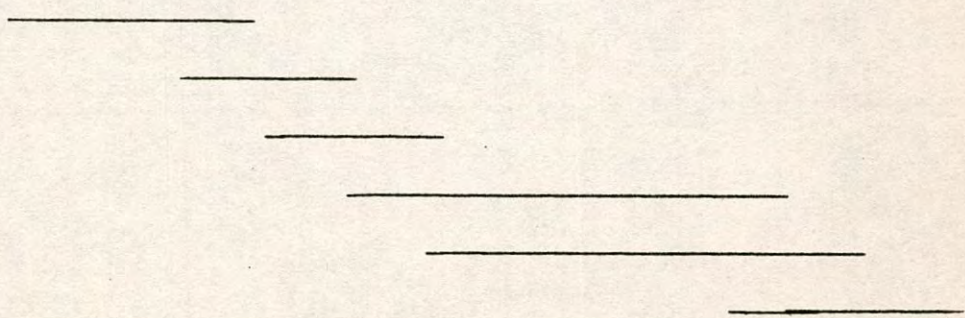


Figura 7. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Rendimiento de Primera Calidad (Ton/Ha)"



|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT.  | 5    | 1    | 2    | 6    | 12   | 4    | 9    | 8    | 3    | 10   | 7    | 11   |
| REN.1a | 8.46 | 8.15 | 7.57 | 7.10 | 7.03 | 6.81 | 6.37 | 6.28 | 5.81 | 5.51 | 4.83 | 3.80 |

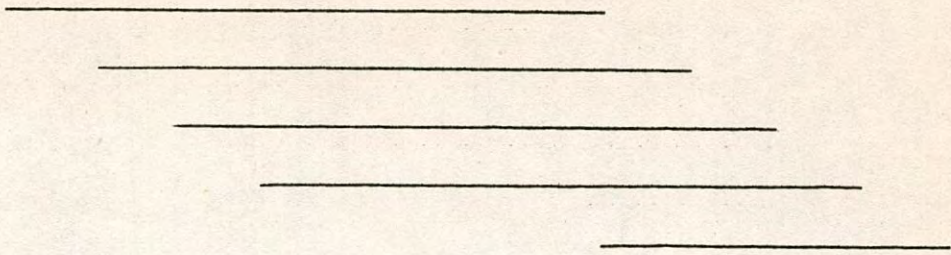


Figura 8. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Rendimiento Primera Calidad (Ton/mm<sup>3</sup>)".

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| TRAT.  | 3    | 7    | 5    | 1    | 12   | 9    | 11   | 8    | 4    | 6    | 2    | 10  |
| REN.2a | 23.1 | 23.0 | 21.6 | 20.8 | 19.5 | 18.0 | 16.3 | 13.5 | 12.9 | 10.0 | 10.0 | 7.9 |

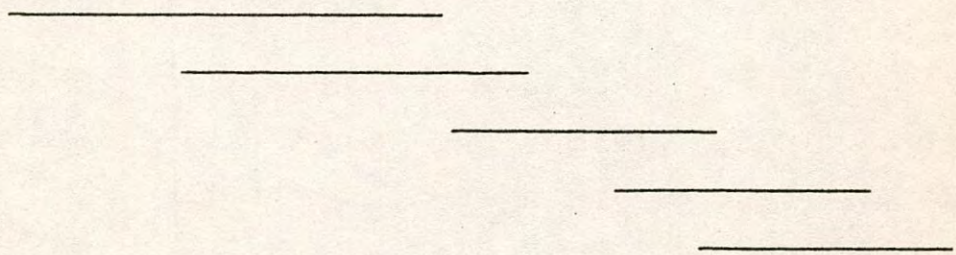


Figura 9. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Rendimiento de Segunda Calidad (Ton/Ha.)"

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT.  | 3    | 7    | 11   | 12   | 5    | 9    | 1    | 8    | 4    | 6    | 2    | 10   |
| REN.2a | 5.78 | 5.75 | 5.40 | 3.92 | 3.64 | 3.63 | 3.49 | 3.37 | 3.23 | 1.69 | 1.69 | 1.59 |

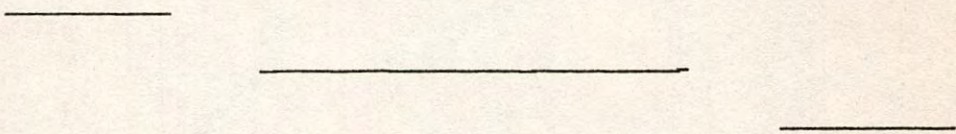


Figura 10. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Rendimiento Segunda Calidad (Ton/mm<sup>3</sup>)"



|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT.  | 5    | 1    | 2    | 12   | 6    | 9    | 3    | 7    | 4    | 8    | 10   | 11   |
| R.TOT. | 72.0 | 69.3 | 55.1 | 54.5 | 52.3 | 49.8 | 46.4 | 42.4 | 40.2 | 38.6 | 35.4 | 27.8 |

Figura 11. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Rendimiento Total (Ton/Ha.)"

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TRAT.  | 5    | 1    | 3    | 12   | 7    | 4    | 9    | 8    | 2    | 11   | 6    | 10   |
| R.TOT. | 12.1 | 11.6 | 11.5 | 10.9 | 10.5 | 10.0 | 10.0 | 9.65 | 9.26 | 9.21 | 8.80 | 7.11 |

Figura 12. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Rendimiento Total (Ton/mm<sup>3</sup>)"

|       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| TRAT. | 5      | 1      | 2      | 6      | 12     | 9      | 4      | 10     | 8     | 3     | 7     | 11    |
| B.N.  | 244675 | 232067 | 202628 | 186947 | 154734 | 105600 | 105858 | 102463 | 94889 | 90971 | 68618 | 16540 |

Figura 13. Prueba de Comparación de Medias para la Variable "Beneficio Neto (Pesos/Ha.)"



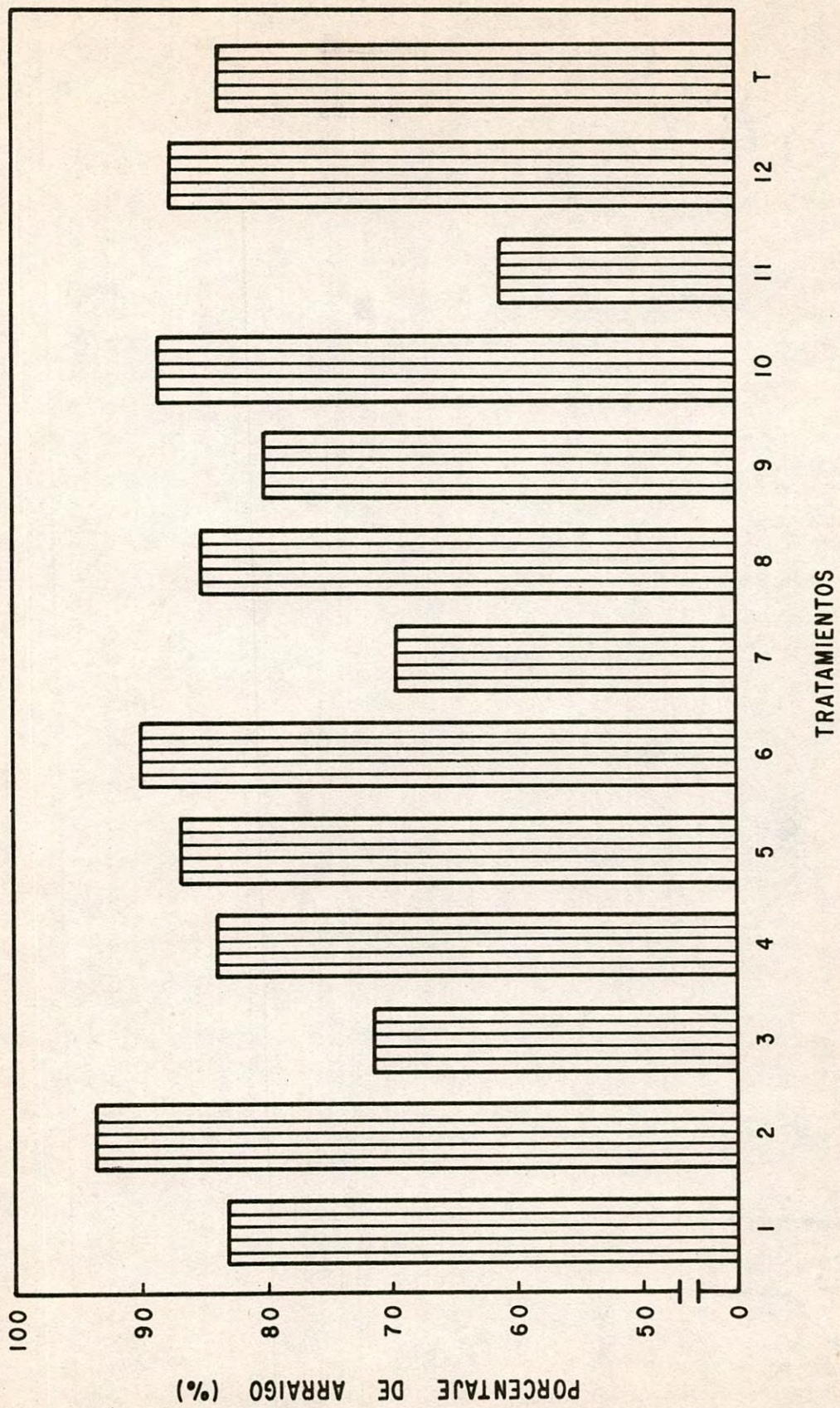


Figura 14: Porcentajes de arraigo para los diferentes tratamientos en estudio.  
 CENAMAR - SARH. Ciclo agrícola 1981 - 82



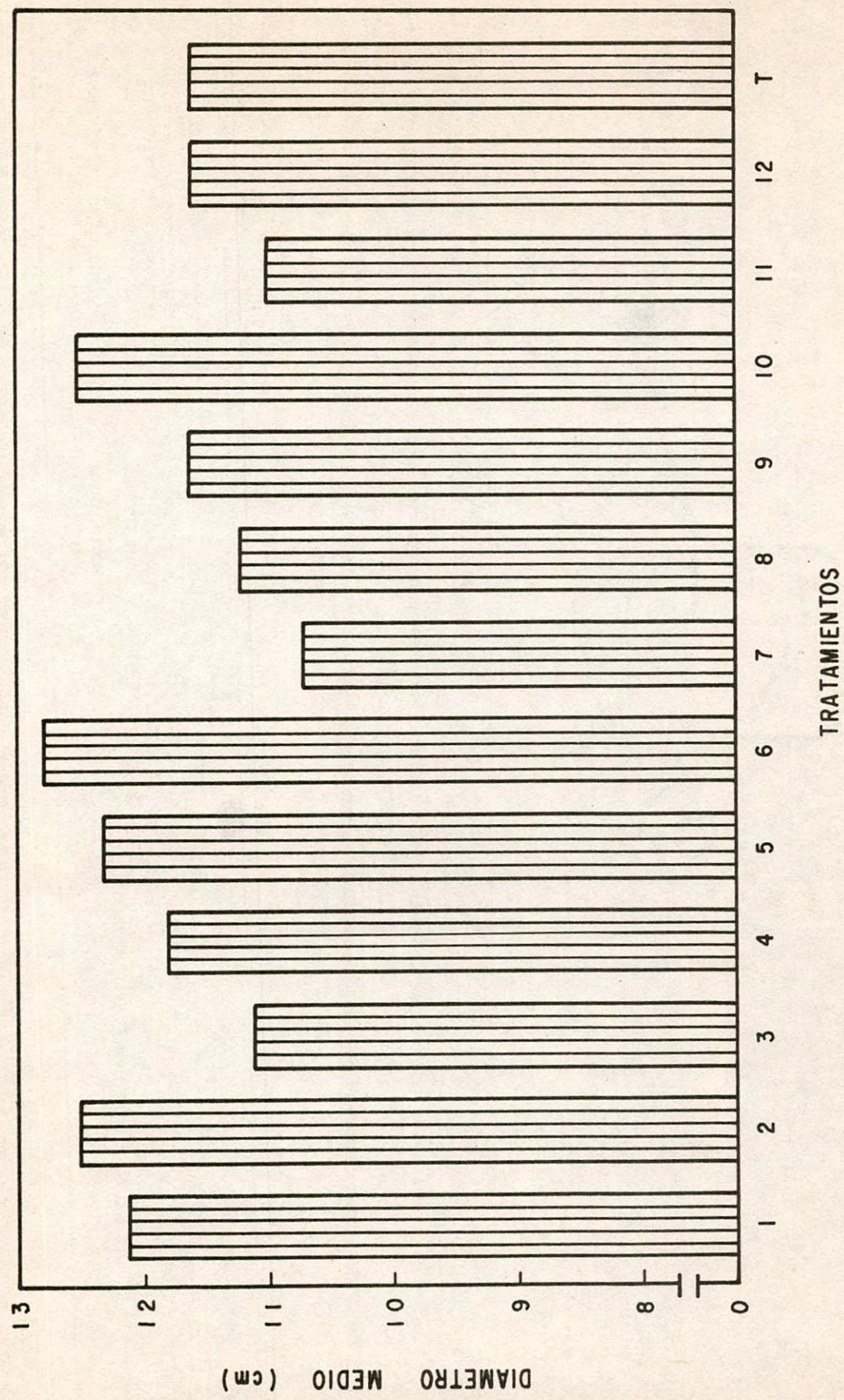


Figura 15: Diámetro medio en cm para los tratamientos en estudio.  
 CENAMAR - SARH. Ciclo agrícola 1981-82



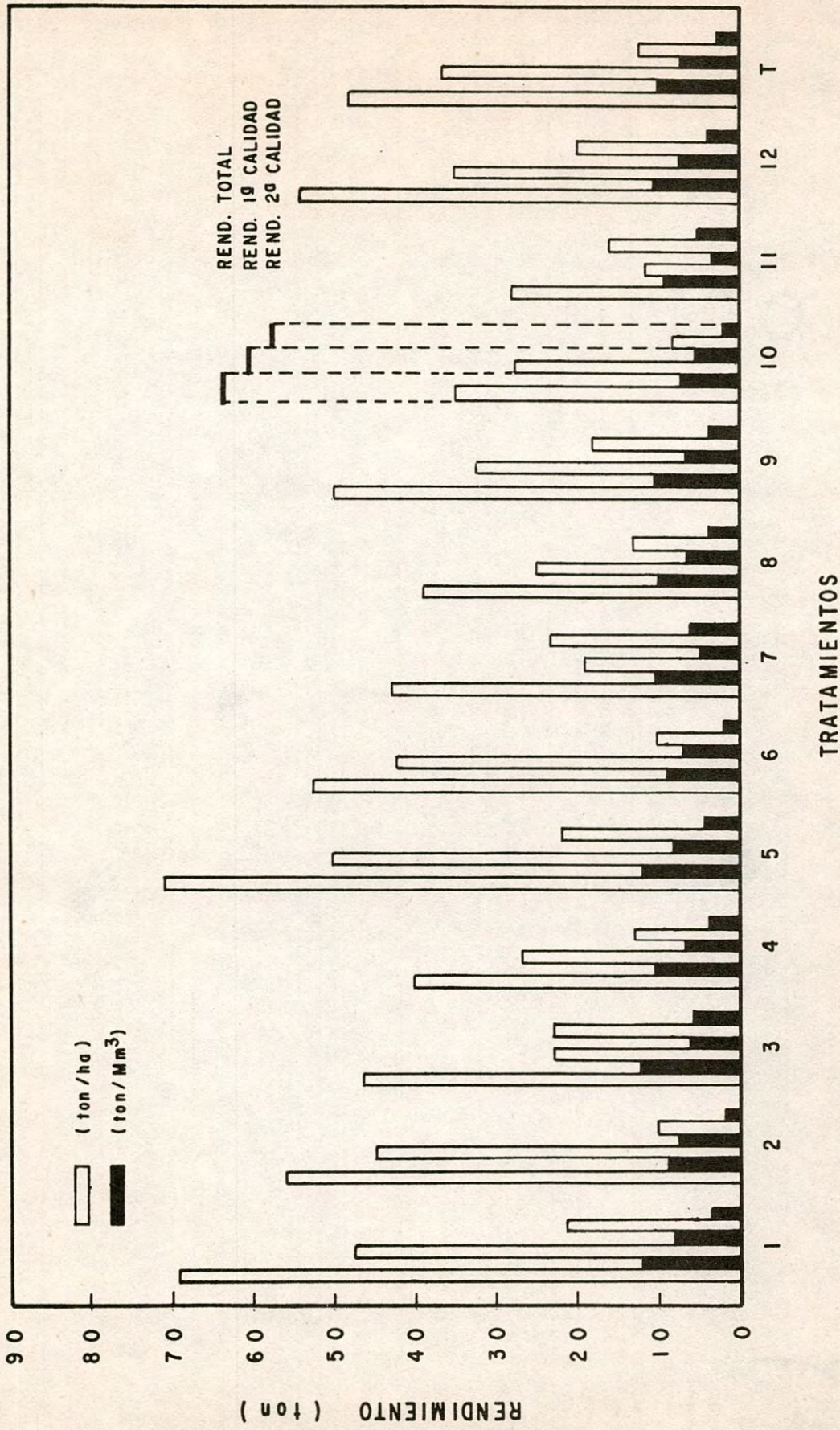


Figura 16 Rendimiento del cultivo de lechuga en ton/ha y ton/Mm<sup>3</sup> para cada tratamiento  
 CENAMAR - SARH Ciclo agrícola 1981-1982



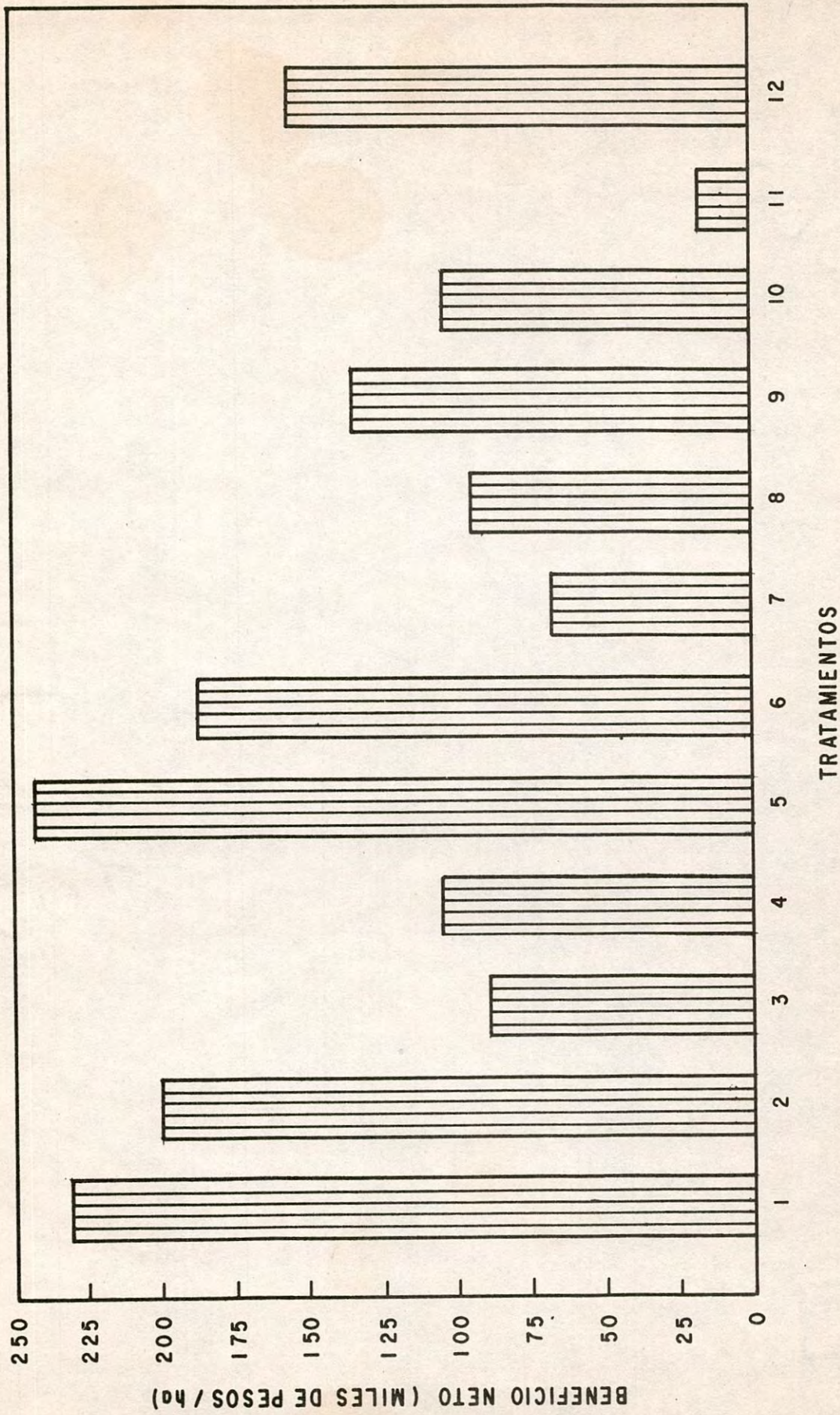


Figura 17 Gráfica del beneficio neto en miles de pesos/ha para cada tratamiento

CENAMAR - SARH Ciclo agrícola 1981-1982