

El Cultivo del Cilantro (Coriandrum sativum L.) Bajo Condiciones  
Diferentes de Humedad, Estiercol Bovino y Fertilizante  
Enraizador en Saltillo, Coahuila, México

Parmenides Hungria Furcal Beriguete

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias  
en la Especialidad de Suelos



Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

Programa de Graduados  
Buenavista, Saltillo, Coahuila  
Febrero de 1989

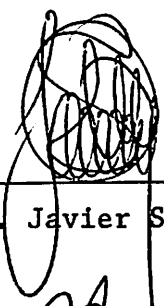
19185

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN SUELOS

COMITE PARTICULAR

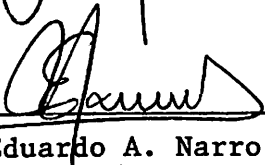
Asesor principal:



---

Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina

Asesor:



---

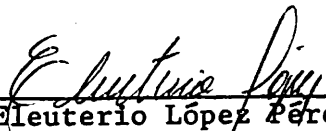
Dr. Eduardo A. Narro Farías

Asesor:



---

Ing. M.C. Regino Morones Reza



---

Dr. Eleuterio López Pérez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila  
Febrero, 1989

## AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) y al programa de manejo de aguas del Instituto Dominicano de Recursos Hidráulicos (IN-DRHI), por su apoyo económico para realizar estos estudios a nivel de Maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), por aceptarme en sus aulas y elevar un poco más mis conocimientos en ciencias agronómicas.

Al Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina, por sus consejos alentadores para finalizar este trabajo al término de los cursos del plan de estudios.

Al Dr. Eduardo A. Narro Farías, quien con constantes sugerencias, con sus conocimientos en técnicas de investigación, me permitieron ampliar mis conocimientos.

Al Ing. M.C. Regino Morones Reza, por su orientación como maestro asesor y asesor en diseños experimentales.

A mis compañeros de promoción, en especial a Juan Jaime Guerrero Martínez y Armando Juárez, quienes siempre estuvieron presentes en mis momentos difíciles. A Octavio Ruiz Berlanga por su compañerismo desinteresado.

Con cariño y aprecio especial a Patricia Fuentes Ortiz, persona a quien admiro por su sinceridad y disponibilidad de trabajo; por sus ayudas varias, en este estudio.

DEDICATORIA

Con respeto y lealtad,  
a mis padres:

**Abigail**

y

**Sulema**

A mi esposa:

**Nidia M. Morera González**

con amor

A mis hermanos, por sus  
sinceros consejos fraternales,  
en especial a:

**Nidia, Dinorah y Guillermo**

COMPENDIO

El Cultivo de Cilantro (Coriandrum sativum L.) Bajo Condiciones Diferentes de Humedad, Estiércol Bovino y Fertilizante Enraizador en Saltillo, Coahuila, México

P o r

PARMENIDES HUNGRIA FURCAL BERIGUETE

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. FEBRERO 1989

Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina - Asesor -

Palabras claves: Cilantro, humedad del suelo, riego, tensión, -  
bares, estiércol bovino, fertilizante enraiza-  
dor.

El presente estudio contempla los objetivos siguientes:

Determinar el mejor programa de riego y dosis de estiércol bovi-  
no para el cultivo de cilantro; incrementar el rendimiento de follaje -  
de cilantro a través de la interacción de humedad, estiércol bovino y -  
fertilizante enraizador; evaluar las características físicas del suelo  
después de aplicar el estiércol y evaluar la respuesta del cilantro con  
la aplicación de fertilizante enraizador.

Se estudiaron cuatro niveles de cada factor. Los niveles del factor humedad fueron: aplicar el riego cuando el suelo se presentaba a una profundidad de 30 cm, un contenido de humedad a la tensión de dos, cua - tro, seis y ocho bares. El estiércol bovino se aplicó bajo los niveles - cero, 40, 80 y 120 ton/ha, y el fertilizante enraizador en las dosis ce - ro, 10, 20 y 30 kg/ha.

Los mejores resultados en el factor humedad se obtuvieron con la aplicación del riego cuando el suelo presentaba una tensión de cuatro bares, con este nivel se aplicaron los riegos a intervalos de 14 y 16 días, dependiendo de las dosis de estiércol aplicada. La lámina promedio en todo el ciclo fue de 42.22 cm, para ese nivel y su rendimiento promedio de follaje de cilantro fue de 17.29 ton/ha.

El estiércol bovino produjo diferencias significativas en las - plantas del cultivo, principalmente cuando se aplicó 80 ton/ha. Igualmente produjo cambios importantes en las características del suelo evalua - das, después de su aplicación.

Bajo las condiciones en que se condujo el experimento, el ferti - lizante enraizador no produjo diferencias significativas en las plantas del cultivo.

Con la combinación de los factores humedad y estiércol bovino se lograron los mejores resultados, principalmente con los niveles cuatro - bares de tensión y 80 ton/ha de estiércol. Con esta interacción se obtu - vo un rendimiento promedio de la producción de follaje de cilantro de . - 20.93 ton/ha, económicamente fue la más rentable.

The Cultivation of Coriander (Coriandrum sativum L.) Under  
Different Conditions of Humidity, Cattle Manure and Enroot Fertilizer  
in Saltillo, Coahuila, Mexico

By

**PARMENIDES HUNGRIA FURCAL BERIGUETE**

MASTER OF SCIENCE

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. FEBRUARY, 1989

Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina - Advisor -

Key words: Coriander, soil humidity, irrigation, tension, bares,  
cattle manure, enroot fertilizer.

The objectives of this study were: To determine the best irrigation program and cattle manure dose for coriander cultivation; to increase the fresh yield of coriander through the interaction humidity-cattle manure and enroot fertilizer; to evaluate the physic soil characteristics after cattle manure application and to evaluate the coriander response - with the enroot fertilizer application.

Four levels of each factor were studied. Levels of humidity - factor were: To applied the irrigation when soil presented a 30 cm depth, a humidity content to the tension of two, four, six and eight bares. The cattle manure was applied under the levels of zero, 40, 80 and 120 ton/ha, and enroot fertilizer on the dose of zero, 10, 20 and 30 kg/ha.

The best results in humidity factor were obtained with the application of irrigation when soil presented a four bares tension, with this level, the irrigation was applied to intervals of 14 and 16 days, depending of manure dose applied. The thin layer average in all cicle was of 42.22 cm, for that level, and its average yield of coriander foliage was of 19.29 ton/ha.

The cattle manure produced significative differences in the plants of cultivation, when applied 80 ton/ha, principally. Likely, important changes were produced in soil characteristics evaluated, after its application.

Under conditions which this experiment was conducted, the enroot fertilizer no produced important results in the plants.

With the combination of humidity and cattle manure factores, best results were obtained, with the levels of four bares of tension and 80 ton/ha of manure, principally. With this interaction was obtained a average yield of foliage production of coriander of 20.93 ton/ha, which were more profitable economically.



## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS . . . . .	xi
INDICE DE FIGURAS . . . . .	xiv
INTRODUCCION . . . . .	1
HIPOTESIS . . . . .	3
OBJETIVOS . . . . .	3
REVISION DE LITERATURA . . . . .	5
GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CILANTRO . . . . .	5
USO DEL CILANTRO . . . . .	6
EXIGENCIAS DE AGUA . . . . .	7
HUMEDAD Y MATERIA ORGANICA EN CILANTRO . . . . .	8
EFECTO DE LAS FITOHORMONAS EN EL SISTEMA RADICAL DE LAS PLANTAS . . . . .	9
REGULADORES DE CRECIMIENTO EN CILANTRO . . . . .	11
FOTOPERIODO Y TEMPERATURA SOBRE EL CILANTRO . . . . .	12
ESTIERCOL Y LAS PROPIEDADES DEL SUELO . . . . .	13
MATERIALES Y METODOS . . . . .	18
UBICACION DEL SITIO EXPERIMENTAL . . . . .	18
DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL . . . . .	18
CLIMA . . . . .	18
SUELOS . . . . .	19
AGUA DE RIEGO . . . . .	21
DESCRIPCION DEL ESTIERCOL . . . . .	21
DESCRIPCION DEL RAIZAL 400 . . . . .	23
DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS . . . . .	23
DISEÑO EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS . . . . .	24
PREPARACION DEL TERRENO . . . . .	30
APLICACION DEL ESTIERCOL . . . . .	31
SIEMBRA . . . . .	31
RIEGOS . . . . .	31
APLICACION DEL FERTILIZANTE ENRAIZADOR . . . . .	35
LABORES DE CULTIVO . . . . .	35
COSECHA . . . . .	35
CARACTERISTICAS Y VARIABLES MEDIDAS PARA EVALUAR LOS TRATAMIENTOS . . . . .	35
MEDICIONES A LA PLANTA . . . . .	36
PARAMETROS FISIOTECNICOS . . . . .	37
CARACTERISTICAS MEDIDAS DEL SUELO . . . . .	39
RESULTADOS . . . . .	40
HUMEDAD . . . . .	40
COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES MEDIDAS A LAS PLANTAS . . . . .	40

	Página
RENDIMIENTO DE LA PRODUCCION DE FOLLAJE DE CILANTRO . .	55
COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO . . . .	61
CORRELACIONES ENTRE LAS CARACTERISTICAS ANALIZADAS ESTA DISTICAMENTE DE LAS PLANTAS Y EL SUELO EN EL SEGUNDO	68
MUESTREO . . . . .	68
ANALISIS ECONOMICO . . . . .	68
DISCUSION . . . . .	73
CONCLUSIONES . . . . .	80
RESUMEN . . . . .	83
LITERATURA CITADA . . . . .	86
APENDICE . . . . .	92

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Resumen mensual climatológico durante el ciclo del cultivo de cilantro, registrado en la estación meteorológica de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Ciclo - primavera, 1988 . . . . .	20
3.2	Análisis físico y químico de algunas características - del estrato 0-30 cm de profundidad del suelo, antes - del establecimiento del cultivo. UAAAN. Buenavista, - Saltillo, Coah. Primavera, 1988 . . . . .	22
3.3	Análisis del agua de riego de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Primavera, 1988 . . . . .	23
3.4	Descripción de los niveles de cada factor utilizado en el experimento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	24
3.5	Lista de los tratamientos codificados y sin codificar - correspondientes a la matriz Plan Puebla I, para tres-- factores, bajo el espacio de exploración (2-8), (10-120) y (0-30), bares de humedad, ton/ha de estiércol bovino y kg/ha de Raizal 400 respectivamente. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Primavera, 1988 . . . . .	25
3.6	Niveles bajos y niveles óptimos de acuerdo a los tratamientos en la representación gráfica de la matriz Plan Puebla I para tres factores . . . . .	30
3.7	Tiempo y lámina de riego aplicada a los tratamientos en el cultivo de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, - Coahuila. Ciclo primavera, 1988. . . . .	34
4.1	Intervalos de riego a partir de los tres primeros riegos aplicados a intervalos constantes de siete días. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	41
4.2	Porcentaje de humedad media de las muestras de suelo tomadas a partir del tercer riego, para determinar el momento de aplicar el agua de riego en base a los tratamientos de tensiones del suelo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	41
4.3	Concentración de medias de las variables medidas en las plantas, primer muestreo en cilantro, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	43
4.4	Concentración de medias de las variables medidas en las plantas, segundo muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	44

Cuadro No.		Página
4.5	Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en el cultivo, primer muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	47
4.6	Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en el cultivo, segundo muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	48
4.7	Concentración de medias de las características medidas en el suelo, último muestreo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	62
4.8	Cuadrados medios del análisis de varianza de las características del suelo evaluadas en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	63
4.9	Coefficientes de correlación entre algunas variables agronómicas medidas en el último muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988 . . . . .	69
4.10	Análisis económico parcial para los factores niveles de humedad y estiércol bovino en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	71
4.11	Análisis marginal de los tratamientos a base de humedad y estiércol bovino en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1989 . . . . .	72
1A	Rendimiento de la producción de follaje de cilantro (ton/ha) por repetición. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	93
2A	Análisis de varianza del rendimiento de follaje de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988. . . . .	94
3A	Prueba de Yates en el rendimiento para los primeros ocho tratamientos (2k) de la matriz PPI, para analizar los factores principales y sus interacciones . . . . .	94
4A	Ejemplo de comparaciones (contrastes) entre los niveles bajos y óptimos para cada factor estudiado en rendimiento de follaje de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	95
5A	Ejemplo de ajuste polinomial de segundo grado para cada factor estudiado, en rendimiento de follaje de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera - 1988 . . . . .	96

Cuadro No.		Página
6A	Ejemplo de ajuste polinomial de tercer grado para cada factor estudiado, en rendimiento de follaje de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. <u>Ci</u> clo primavera, 1988 . . . . .	88
7A	Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo sin estiércol, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	99
8A	Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo con 40 ton/ha de estiércol bovino, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	100
9A	Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo, con 80 ton/ha de estiércol bovino, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	101
10A	Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo con 120 ton/ha de estiércol bovino, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	102
11A	Velocidad de infiltración ajustada (cm/hr) para los niveles del factor estiércol bovino. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	104

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
3.1	Plano de campo y distribución de los tratamientos (níveles de humedad, estiércol bovino y fertilizante en - raizador) bajo un diseño experimental bloques al azar UAAAN. Saltillo, Coah. Primavera, 1988 . . . . .	27
3.2	Representación gráfica de los tratamientos en la matriz Plan Puebla I, para tres factores . . . . .	29
4.1	Comportamiento del peso fresco y materia seca de las - plantas en el primer muestreo (I) en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988	51
4.2	Comportamiento del área foliar y número de hojas en el primer (I) y segundo (2) muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988	53
4.3	Comportamiento de altura de planta y longitud de raíz en el primer (1) y segundo (2) muestreo de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988 . . . . .	54
4.4	Comportamiento de algunas variables medidas en cilantro UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988 . . . . .	56
4.5	Rendimiento de la producción de follaje en cilantro por tratamiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	59
4.6	Rendimiento de la producción de follaje en cilantro para los tres factores en estudio. UAAAN. Saltillo, Coah. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	60
4.7	Comportamiento de las características físicas del suelo analizadas estadísticamente, para los factores humedad y estiércol. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	65
4.8	Infiltración básica para el suelo cuatro meses después de aplicado el estiércol utilizado en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988	66

Figura  
No.

Página

4.9	Comportamiento de las características químicas del <u>sue</u> lo evaluadas en el último muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988	67
1A	Velocidad de infiltración del suelo franco arcilloso - cuatro meses después de ser tratado con estiércol bovi no utilizado en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988 . . . . .	104

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

El área de influencia de Saltillo es alta productora de cultivos hortícolas, siendo los principales chile, tomate, papa, calabacita, cilantro y otros. Estas zonas son Ramos Arizpe, General Cepeda, Saltillo, Arteaga y San Buenaventura.

El cilantro es un cultivo hortícola que es utilizado para el consumo de follaje en su estado fresco, en ensaladas y como condimento en guisados. Su semilla es consumida molida después de seca como condimento, también como confites al ser utilizada en confiterías, igualmente se utiliza para aromatizar licores y bebidas. En países como Pakistán, Indonesia y otros países Asiáticos se usa como planta medicinal; mientras que en la India y Rusia su principal uso es para la extracción de aceite esencial, siendo éste uno de los cultivos principales para la extracción de aceite esencial en Rusia.

En México la producción de cilantro es importante en varios estados del país como Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y otros, su consumo es fundamentalmente en estado fresco. Monterrey es el mercado más importante en dar salida a la producción de los estados vecinos, seguido por la exportación a los Estados Unidos de Norteamérica.

En las áreas circundantes a Saltillo, la mayor producción es en el ciclo agrícola de otoño-invierno, por las bajas temperaturas y fotoperíodo corto, lo que permite un cilantro de mejor calidad y rendimiento -



de follaje que en primavera, aunque su precio es bajo por la poca demanda del cultivo con relación a la producción de primavera. En el ciclo de primavera el cilantro es de menor calidad porque la floración se presenta precoz, además se presenta incidencia de enfermedades, pero el alto precio compensa los bajos rendimientos de follaje.

En el período agrícola otoño-invierno de 1984-85, en la zona de General Cepeda se sembraron 11 hectáreas de cilantro, de las cuales tres fueron para la producción de semilla. En el mismo período en el municipio de Ramos Arizpe se sembraron 15 ha con una producción total de 225 ton, en este municipio para esa época, el cilantro ocupó el séptimo lugar en superficie sembrada y quinto en producción total. Igualmente en ese período, pero en el municipio de Saltillo se sembraron 40 ha, de las cuales nueve fueron para la producción de semilla, las restantes 31 produjeron 410 ton. En este municipio el cilantro ocupó el sexto lugar en superficie sembrada y el quinto lugar en la producción (Treviño, 1987).

Anualmente en las regiones de Ramos Arizpe, Saltillo, General Cepeda y Arteaga se siembran aproximadamente 120 ha de cilantro. El promedio por agricultor oscila en un cuarto de hectárea para el ciclo de otoño-invierno.

A nivel nacional, en 1986 se sembraron aproximadamente 680 ha de cilantro, con un rendimiento promedio de 10 ton/ha, siendo el precio de ésta muy variable dependiendo de la época y mercado de venta de la producción.

La explotación agrícola de la región es producida bajo condiciones de regadío. El agua utilizada proviene de mantos acuíferos subterráneos, la cual es extraída por medio de bombeo, por lo que se incurre en

altos gastos. Otra fuente de agua en estas áreas son las aguas residuales provenientes de la ciudad de Saltillo, sin tratamiento sanitario, - pero la producción obtenida con ésta fuente de agua no es aceptada en - el mercado, principalmente en el internacional. El agua se considera como un factor limitante en la producción por las bajas precipitaciones - pluviales que se presentan, el exceso de agua utilizada para el riego - por los productores y el constante abatimiento de los pozos de bombeo. Otros problemas que influyen en la producción del cilantro son desproporcionada aplicación de fertilizantes, época de siembra que puede o no influir en la floración precoz y falta de material genético de alta produccion.

### Hipótesis

Las hipótesis planteadas fueron:

1. La mayoría de los suelos de Saltillo y Ramos Arizpe presen - tan características físicas que no permiten un buen desarro - llo de las raíces y follaje del cilantro, la aplicación de - estiércol y fertilizante enraizador mejoran el desarrollo vegetal y de raíces.
2. El uso en exceso de agua en la región limitan el desarrollo del cultivo de cilantro, el cual se mejora al reducir la hu - medad en el suelo.

### Objetivos

Los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar el mejor programa de riego y dosis de estiércol - bovino para el cultivo de cilantro.

2. Incrementar el rendimiento de follaje de cilantro mediante la interacción de humedad, estiércol bovino y fertilizante enraizador.
3. Evaluar las características físicas del suelo después de la aplicación de estiércol bovino.
4. Evaluar la respuesta del cilantro a cuatro dosis de auxinas, al aplicar un fertilizante enraizador.

## CAPITULO 2

### REVISION DE LITERATURA

#### Generalidades del Cultivo de Cilantro

El cilantro fue uno de los primeros miembros cultivados de la familia umbelífera. Los chinos usaron la raíz y semillas 5000 años antes de Cristo, la semilla fue encontrada en una tumba egipcia y la Biblia menciona el uso que le dieron los antiguos hebreos (Rodale, 1961).

El cilantro es una planta anual de un tallo que alcanza unos 60 cm de altura (Leñano, 1973; Rodale, 1961). Sus hojas basales son relativamente anchas, mientras que las de la parte superior son casi filiformes (Leñano, 1973).

Las raíces son muy tenues, por eso las plantas no se adaptan muy bien al trasplante. El ciclo de la planta hasta la madurez de las semillas es de tres meses (Rodale, 1961). Cuando el cultivo es para producción de semilla, las plantas deben cortarse cuando la semilla se torna color marrón (Leñano, 1973; Rodale, 1961).

Clyde et al. (1979) reportan haber encontrado que las hojas de cilantro contienen 51 mg de caroteno beta y 316 mg de ácido ascórbico por 100 g de materia seca, informa además que el contenido de vitamina C es alterado cuando los tallos se cortan y son mantenidos a 17°C por tres días o más.

Khan et al. (1982) mencionan que las semillas de cilantro secas al sol contienen 0.3 por ciento de aceite esencial, 13 por ciento de -

aceite graso, 14.1 por ciento de proteína, 9.2 por ciento de almidón y 32 por ciento de fibra. Los datos también indican que contienen elementos como: Ca, P, K y vitaminas C y B.

El cilantro se siembra directo, en todas las épocas del año y se va cortando conforme se necesita, si es para producción de follaje. Si su producción es para semilla, la población debe ser menor que cuando es para follaje, por lo tanto, la siembra debe rarearse (Pérez, 1936).

Leñano (1973) menciona que el cilantro prospera en todos los suelos, aunque las mejores producciones se consiguen en los suelos fértiles, de densidad media y buen laboreo. Se siembra a una distancia de 20 cm entre hileras.

Jethani (1982) señala que los análisis reportan que la semilla de cilantro germina a 15°C y el número de días para germinar es de 10 a 21.

La semilla germina fácilmente, pero debe ser sembrada aproximadamente a una pulgada de profundidad y en suelos bien drenados (Rodale, 1961).

### Uso del Cilantro

El cilantro es una planta aromática que se utiliza en la cocina como condimento, tanto sus hojas como sus semillas (Pérez, 1936). Las semillas pueden sustituir en muchas ocasiones a la pimienta, por su sabor picante característico, aunque menos pronunciado que el de la pimienta (Leñano, 1973). Estas deben ser completamente secas y envejecidas por un corto tiempo para que puedan desarrollar su mejor sabor, éstas se muelen antes de ser usadas.

Las semillas enteras son a veces cubiertas con azúcar y consumidas como confite. Ellas son también usadas para condimentar licores, ginebra y vermouth (Rodale, 1961; Raymond, 1982).

Las hojas son usadas como verduras en sopas y cocidos (Rodale, 1961).

Esta umbelífera, además de ser consumida como condimento, en algunos países de Asia como Bangladesh, Indonesia y Pakistán la usan como medicina (Food and Agriculture Organization of the United Nations & International Board for Plant Genetic Resources, 1980). También es de agregar que esta planta es utilizada en la extracción de aceite esencial, siendo su semilla la principal para esta producción en la Unión Soviética, con alto contenido de aceite esencial que puede sobrepasar el dos por ciento (Kuzina, 1973; Lawrence, 1981), la India es otro país donde el cilantro tiene gran importancia para la extracción de aceite esencial.

#### Exigencias de Agua

Khshelmous (1984) señala que en un trabajo de intervalos de irrigación de cinco, ocho, 11 y 14 días, no encontró ningún efecto significativo en el crecimiento, rendimiento de semilla y contenido de materia seca. Sin embargo, el porcentaje total de aceite y proteína fueron ligeramente inferiores para los 14 días de intervalo de irrigación.

Penka (1978) indica que en un estudio de riego en varios cultivos, dentro de los cuales se encontraba el cilantro, la mitad de las plantas fueron diariamente regadas con agua, equivalente aproximadamente a 50 mm/mes, mientras la otra mitad no fue irrigada. Las plantas respondieron diferente a la irrigación de acuerdo a la especie y a la etapa de desarrollo. El peso fresco, contenido de humedad y de materia

seca fueron de 15 a 50 por ciento más altos en plantas irrigadas que en las no irrigadas. El contenido de aceite esencial también fue incrementado.

Savchuk (1975) menciona en un estudio básico en diferentes partes de la URSS, que altos rendimientos de semilla de cilantro (1900 kg/ha) se pueden alcanzar en zonas con 250 a 300 mm de lluvia y un promedio de 16 a 20°C de temperatura durante el período de germinación a la maduración de la semilla.

Srivastava (1972a) reporta que la mortalidad de plantas y población de patógenos fueron más altos en suelos con temperaturas de 28°C, pH de 5.8 a 6.9 y un contenido de humedad de 52 por ciento de capacidad de campo, que a menor humedad y temperaturas más bajas.

#### Humedad y Materia Orgánica en Cilantro

Srivastava (1972b) describe las interacciones entre temperatura del suelo (20 y 28°C), humedad del suelo (35 y 69 por ciento) de capacidad de retención de humedad, pH del suelo (6 y 8.2), materia orgánica y 16 cultivares de cilantro. En el tratamiento de alta humedad sin materia orgánica, la presencia de enfermedad fue severa a una temperatura del suelo de 28°C y pH de seis. Con la adición de materia orgánica y pH de 8.2, la mortalidad de plantas fue reducida a un 50 por ciento con la misma temperatura. Con baja humedad, materia orgánica y pH de 8.2, se redujo la mortalidad a 28.6 por ciento.

Morales (1987) indica que el cilantro en suelos con textura arcillosa y franco arcillosa, regado con un 75 por ciento de abatimiento, se aplicaron cinco riegos con una lámina controlada de 3.24 cm a una -

profundidad de 24 cm, obteniéndose un rendimiento promedio de 23.17 ton/ha; mientras que el sistema del agricultor consumió siete riegos con láminas de ocho centímetros y un rendimiento promedio de 20.97 ton/ha, para un ciclo de 80 días. La aplicación de estiércol provocó cambios en las características físicas y químicas del suelo. Los mejores rendimientos de follaje de cilantro se obtuvieron cuando se aplicó estiércol bovino (40 y 80 ton/ha), siendo mejor 80 ton/ha con un rendimiento promedio de follaje de 27.5 ton/ha. También indica que la humedad a saturación, a capacidad de campo, a punto de marchitez y humedad aprovechable fueron ascendentes; la densidad aparente del suelo permaneció constante, pero la densidad de sólidos e infiltración básica disminuyeron. Para las propiedades químicas del suelo el nitrógeno total, materia orgánica, carbonatos totales y el pH presentaron tendencias descendentes, mientras que la capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica fueron ascendentes.

#### Efecto de las Fitohormonas en el Sistema Radical de las Plantas

El desarrollo del sistema radical es caracterizado por una alta adaptabilidad y envuelve complejas interacciones entre raíces y brotes, y entre raíces y ambiente. Los factores ambientales suplen nutrientes, la aireación y factores mecánicos del suelo influyen en el desarrollo radical y por lo tanto en el de las plantas. La formación de pelos radicales, la iniciación y formación de las raíces laterales son fuertemente reguladas por fitohormonas, principalmente por las auxinas derivadas de los brotes (Marschner, 1986).

Rauch y Yamakawa (1980) mencionan que las raíces de Ixora acuminata fueron mejoradas por la aplicación de una combinación de ácido -



naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB). Cuando el AIB y el ANA fueron usados combinados a 2500 y 5000 ppm, el enraizamiento aumentó significativamente. Cuando fueron aplicados por separado, estimularon el enraizamiento, pero no significativamente.

El porcentaje de raíces de vid se incrementa con la aplicación de ácido naftalenacético (ANA). Cuando el ANA y el ácido indolacético (AIA) se aplicaron tanto separado como combinado, no tuvieron efectos en la producción de yemas foliares. Cuando se aplicó 50 ppm de ANA sin AIA, tanto el desarrollo de raíces como de yemas foliares fueron buenas. El mejor desarrollo de raíces fue con la aplicación de 100 ppm de ANA, pero se inhibió el desarrollo foliar (Martínez, 1965).

Jusaitis (1986) reporta que cuando se aplicó AIB en dosis de 1 mg/g y ácido carboxílico aminociclopropano (ACC) en dosis de 10mg/g, éste como precursor de etileno, en Vigna radiata. El máximo número de raíces fue producido cuando se aplicó el AIB más ACC a 15°C. Este tratamiento fue el mejor tanto a 15 como a 25°C. Cuando se aplicó ácido butánico como inhibidor del etileno, la producción de raíces disminuyó grandemente.

Chadwick y Burg (1967) indican que bajas concentraciones (0.1 mM) de AIA inhibe el crecimiento (peso y longitud) de raíces de chícharo por inducir la formación del regulador de crecimiento etileno. El etileno es producido dentro de 15 a 30 minutos después que el AIA es aplicado y las raíces inician a engrosarse después de ser expuestas a este gas. El dióxido de carbono competitivamente inhibe la acción del etileno en las raíces, pero no en el de tallos. Se encontró que la inhibición del crecimiento en las raíces por la auxina es reinstalado

por el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un competitivo inhibidor de la acción del etileno, tanto en las raíces como en tallos.

Delgado (1987) menciona que tanto el estiércol como las auxinas (AIB y ANA) en mezcla de partes iguales y en dosis de cero, 100 y 200 - ppm, aplicados a los tubérculos el día anterior a la siembra, incrementaron la densidad y longitud de raíces de papa.

### Reguladores de Crecimiento en Cilantro

Prakash y Kumar (1984) encontraron que la morfología de las umbelas y el estatus sexual de las flores en cilantro fueron afectadas al tratar las plantas con varios reguladores de crecimiento a diferentes concentraciones, estos tratamientos fueron continuados hasta la floración. El más alto número de flores fue producido con 50 ppm de AIA, -- mientras que la más alta frecuencia de flores bisexuales (93.91 por ciento) fue producido con 50 ppm de ácido ascórbico.

Amruthavalli (1978) al trabajar con ácido giberélico (AG), etrel (etefón) y CCC (cloromequat) en cilantro, cada uno a 100 ppm constató -- que el número de flores masculinas por umbelas fue incrementado por el -- AG, pero reducidas por los otros reguladores. La relación de flores bisexuales/macho fue más alto con CCC (1:0.79) seguido por etrel (1:0.96), comparado con las plantas no tratadas (1:1.20).

En un estudio de reguladores de crecimiento en cilantro, usando AG en dosis de cinco a 50 ppm, aplicado en la etapa de cinco hojas del cultivo, la floración fue acelerada por encima de cinco días y el número de flores fue grandemente incentivada; esos efectos fueron acompañados por más bajos contenidos de almidón y de azúcar en las hojas -- (Amruthavalli, 1979).

Amruthavalli (1980) reporta que los reguladores de crecimiento AG y ácido benziladenina (AB) en dosis de 25 y 250 ppm respectivamente. El resultado fue que el AG aceleró la floración, mejoró las flores de rendimiento y fortaleció la tendencia de flores masculinas. El benzil - adenina produjo lo opuesto. El AB en combinación con el AG no altera la influencia de este último en acelerar la floración, pero reduce fuertemente las flores de rendimiento.

Weglarz (1983), en cuatro años de pruebas con CCC (Clormequat) en diferentes dosis sobre el cultivo de cilantro, encontró que los efectos de este regulador de crecimiento en el peso de las plantas, peso de fruto, materia seca y contenido de aceite, fue rentable.

#### Fotoperíodo y Temperatura Sobre el Cilantro

La temperatura y la luz provocan cambios fenológicos, morfológicos y bioquímicos en el cultivo del cilantro. Las condiciones de luz, especialmente la longitud del día antes de la floración, tuvo un mayor efecto sobre la longitud de la etapa de crecimiento que la temperatura. También hubo efecto sobre la altura de planta, rendimiento de semilla y contenido de aceite esencial (Peneva y Krilov, 1977).

Lan et. al. (1984). señalan que en dos cultivares el rendimiento de follaje fue de 13 y 18 ton/ha en invierno, siete semanas después de la siembra; siete y tres toneladas por hectárea en verano, seis semanas después de la siembra. Las cosechas más tempranas principalmente en verano, fueron de rendimientos más bajos. La brotación temprana de la flecha (tubo floral) fue más común en invierno.

Putievsky (1983) reporta que el efecto de dos regímenes de temperatura (18/12°C y 24/12°C, día y noche) y dos fotoperíodos (10 y 16 horas de luz) en tres especies. Se reporta que el cilantro cumple su ciclo vegetativo tanto en días cortos como largos. Las plantas florecieron y alcanzaron la madurez más rápido en los tratamientos de días largos que en los de días cortos. En ambas longitudes de día, la floración y madurez fueron más tempranas en la temperatura alta. La altura, número de ramas, peso fresco de raíz, peso fresco aéreo y el peso fresco de las flores fueron mayores en el tratamiento de días cortos, especialmente en la temperatura alta. El tamaño de semilla fue mayor en los fotoperíodos cortos, mientras que el número de semillas/planta fue mayor en los días largos.

Con 16 horas de luz y temperatura de 24/12°C, la floración fue a los 55 días a una altura de planta de 25 cm, mientras que con 10 horas de luz a 24/12°C, la floración fue a los 90 días a una altura de planta de 50 cm.

Con 16 horas de luz y temperatura de 18/12°C, la floración fue a los 70 días a una altura de planta de 35 cm, mientras que con 10 horas de luz a una temperatura de 18/12°C, la floración fue a los 90 días a una altura de planta de 30 cm. Esto indica que el fotoperíodo es más importante en la fecha a floración que la temperatura.

### Estiércol y las Propiedades del Suelo

La adición de materia orgánica tiene varios efectos benéficos sobre el crecimiento de las raíces y follaje de los cultivos, ya que reduce la densidad aparente, desarrolla y estabiliza agregados, mejora

así la estructura de los suelos y la aireación; cambia el pH, aumenta la población microbiana y otras faunas del suelo. Igualmente incrementa la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, libera nitrógeno y otros nutrimentos para las plantas (Arkin y Taylor, 1981; Baver et al., 1980; Castellanos, 1985; Narro, 1987; Rodríguez, 1967).

Rodríguez (1967) menciona que el estiércol influye en la agregación del suelo y que los efectos más marcados se presentan en suelos de textura migajón arenosa. En los suelos de textura migajón arcillo limosa y migajón arcillo arenosa, el estiércol incrementa el porcentaje de humedad a capacidad de campo y a punto de marchitez permanente.

El estiércol al ser aplicado al suelo, aumenta la permeabilidad y disminuye la pérdida de agua por escorrentía en los suelos, por lo tanto, aumenta la infiltración y disminuye la erosión en los suelos. (Rico, 1981).

Carreón (1985) asegura que el estiércol de bovino disminuye la conductividad eléctrica del suelo, aumenta el contenido de materia orgánica, eleva la capacidad de intercambio catiónico. También influye en la altura de planta de papa. Cuando el estiércol fue combinado con el azufre y polisulfuro de calcio, incrementó el contenido de materia seca en los tubérculos de papa y en la materia seca total.

Contreras (1985) reporta que los mejoradores orgánicos de suelo estiércol, tamo de dátil y composta, modifican favorablemente el porcentaje de agregación y humedad aprovechable, observándose un efecto ascendente al aumentar la dosis. Igualmente la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico son incrementados. La densidad aparente disminuyó conforme se aumentó la dosis de estos mejoradores.

Castellanos (1985) indica que en un suelo con 40 por ciento de arcilla a más de un metro de profundidad, hubo diferencia significativa entre la velocidad de infiltración, cuando se aplicaron 240 ton/ha y 120 ton/ha, igualmente entre las dosis de 120 y 60 ton/ha. Pero no hubo diferencia significativa entre las dosis 60 ton/ha, 30 ton/ha y el testigo. Asegura que con mayor velocidad de infiltración se recarga el perfil de humedad en un menor tiempo de permanencia del agua sobre el suelo, siendo favorable para los cultivos que no toleran por mucho tiempo el exceso de agua. Menciona que varios autores como Cross y Fishbach (1973) y otros, encontraron que la velocidad de infiltración inicial en un suelo migajón limoso se incrementa conforme se aplica es tiércol, pero la infiltración básica no es afectada sustancialmente.

También informa Castellanos que suelos con textura fina y con problemas de permeabilidad requieren dosis iniciales altas de estiércol, alrededor de 100 ton/ha para lograr cambios en la velocidad de infiltración e incorporarlo tan profundo como sea posible. En suelos de textura ligera el beneficio del estiércol se presenta principalmente por incremento en la capacidad de retención de humedad y quizás en el retardamiento de la evaporación del suelo.

Vega (1987) reporta en su trabajo de tesis, que el estiércol de bovino eleva proporcionalmente el contenido de materia orgánica, es to produjo disminución en la densidad aparente del suelo, incremento en fósforo aprovechable y potasio intercambiable. Lá materia orgánica presentó correlación con la estabilidad de agregados y produjo incrementos en el espacio poroso. También menciona que a mayor número de riegos se presentó disminución en el contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica. También

indica que la capacidad de intercambio catiónico presentó incrementos - con el estiércol, pero la conductividad eléctrica no fue afectada significativamente.

Delgado (1987) indica que hubo un incremento en el contenido de materia orgánica y en el de humedad a capacidad de campo, cuando se - aplicaron 40 ton/ha, pero hubo una ligera disminución en la capacidad - de intercambio catiónico cuando se aplicaron las 40 ton/ha de estiércol.

Hafez (1974) asegura que la mezcla de estiércol de animales domésticos decrece la densidad aparente, pero que este efecto es mayor - cuando se usa estiércol fibroso que cuando se usa estiércol de pollo - que contiene relativamente menos fibras de tamaño visible que el estiércol de otros animales. Menciona que la capacidad de retención de humedad del suelo fue incrementada, esta fue en función de la cantidad y tipo de estiércol aplicado, este incremento fue mayor en un suelo arenoso a 1/3 de bar que en un suelo arcilloso. Hafez dice que la estabilidad de los agregados del suelo al agua, en un suelo arcilloso, fue significativamente mayor cuando se aplicó estiércol que cuando no se aplicó; - de esta forma, se beneficia la aireación y humedad para mejor actividad fisiológica y biológica en la rizósfera del suelo. El estiércol de ganado vacuno y de caballo incrementan la conductividad hidráulica con respecto al estiércol de pollo.

Williams y Cooke (1961) citan que suelos arenosos que recibie= ron 30 ton/acres de material de granja cada año durante 18 años, no - fueron estables, pero su alto contenido de materia orgánica incrementó la permeabilidad con respecto al suelo no tratado. Estos suelos cubier= tos con hierba fueron completamente estables y altamente permeables; -

ninguno de los suelos tratados fueron difíciles de manejar en el campo. Mencionan que la estabilidad y permeabilidad de suelos arcillosos pueden ser mejorados por largo tratamiento con estiércol de granja o cubierta de hierba. Ellos concluyeron que cubierta continua de hierba fue más efectiva que anual estercoladura con material de granja, en formar suelos estables al agua.



## CAPITULO 3

### MATERIALES Y METODOS

#### Ubicación del Sitio Experimental

La parte experimental de este trabajo de investigación, se llevó a cabo durante el ciclo agrícola de primavera, 1988. Esta se instaló en el terreno de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila. La UAAAN geográficamente se encuentra - situada a  $25^{\circ}22'$  de latitud norte y una longitud oeste de  $101^{\circ}00'$ , la - altitud es de 1742 msnm (Mendoza, 1983).

La UAAAN se localiza en Buenavista, siete kilómetros al sur del municipio de Saltillo, el cual está ubicado en la región sur del Estado de Coahuila.

#### Descripción del Area Experimental

El terreno se encuentra localizado en el área terraceada, próximo a la pila de almacenamiento de agua, en dirección al Bajío de la UAAAN. En el período agrícola otoño-invierno de 1987, el área donde se estableció el experimento fue cultivada con el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.). En períodos anteriores a este cultivo, el suelo de este sitio no estaba bajo explotación agrícola, es decir, tenía vegetación natural.

#### Clima

El clima de la UAAAN, se ubica dentro de la clasificación del tipo BWhw(x')(e), se caracteriza por tener una temperatura media anual

de 19.8°C, una precipitación pluvial total anual media de 298.5 mm y - la evaporación total anual en promedio es superior a los 220 mm e inferior a los 250 mm, con una variación máxima y mínima de 300 y 75 mm, - respectivamente (Mendoza, 1983).

Es un clima muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremo- so, el régimen de lluvias presenta una temporada lluviosa de junio a oc- tubre. El mes con lluvias más abundantes es julio y el más seco es marzo.

La evaporación es más alta en verano y a finales de primavera, y más baja en invierno. Las heladas se presentan por lo general a par - tir de noviembre, son más frecuentes en diciembre y enero, y se prolon- gan hasta febrero. En pocas ocasiones se adelantan a octubre y alcanzan a abril.

En el Cuadro 3.1 se presenta el informe mensual climatológico - durante el ciclo del cultivo de cilantro, registrado por la estación me teorológica de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. (UAAAN, 1988 a y b).

### Suelos

El terreno de la UAAAN tiene influencia de las sierras de Zapa- linamé y de San Juan. Así, la superficie localizada entre la sierra Za- palinamé y el Bajío de la UAAAN, casi en su totalidad, la formación es a través de material aluvial procedente de la sierra mencionada, la cual es de origen calizo. Los suelos son oscuros y algunos claros, debido al carbonato de calcio. La textura varía de migajón arenosa a migajón arcí- llosa y una profundidad variable entre 10 y 50 cm. Estos suelos están - localizados sobre un estrato calcáreo, duro y continuo denominado petro- cálcico (Valdés, 1985).

Cuadro 3.1. Resumen mensual climatológico durante el ciclo del cultivo de cilantro, registrado en la estación meteorológica de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Ciclo primavera 1988.

VARIABLES REGISTRADAS	Marzo	Abril	Mayo
<b>Temperatura (°C)</b>			
Máxima extrema en el mes	29.3	32.1	31.8
Mínima extrema en el mes	-3.8	3.0	9.0
Media en el mes	14.2	18.3	20.0
Media máxima extrema	22.2	25.1	27.2
Media mínima extrema	6.2	11.4	12.8
<b>Lluvia (mm)</b>			
Máxima en 24 horas	6.0	17.9	9.6
Mínima en 24 horas	1.5	1.0	1.0
Total en el mes	13.2	30.9	10.6
<b>Evaporación (mm)</b>			
Máxima en 24 horas	10.90	14.01	13.36
Mínima en 24 horas	3.01	0.89	4.32
Total en el mes	137.10	229.11	231.44
Media en el mes	4.42	7.64	7.45
<b>Días en el mes, en los cuales se presentaron las lluvias</b>			
	2, 5 y 30	5, 6, 7 10 y 28	24 y 26

El experimento se situó en un área de pendiente aproximada a ocho por ciento, por lo que para ser integrada a la producción agrícola bajo riego por superficie, fueron terraceadas.

Para establecer el experimento se utilizaron tres terrazas. Algunas características físicas y químicas de este suelo, evaluadas antes de la siembra, se indican en el Cuadro 3.2.

### Agua de Riego

El agua que se utilizó para el riego proviene del subsuelo, la cual se extrae por bombeo y es almacenada en un pila, de donde es derivada por canales según sea necesario. Se realizó un análisis de calidad del agua utilizada, para su clasificación química, basado en los índices relación de adsorción del sodio (RAS) y la conductividad eléctrica en micromhos/cm ( $CE \times 10^6$ ). Con los valores obtenidos (Cuadro 3.3), el agua se clasificó como  $C_2S_1$ ; según el manual No. 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1985). Se considera como agua de salinidad media, puede usarse cuando haya un grado moderado de lavado, sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se puede producir plantas moderadamente tolerantes a las sales. Por el contenido de sodio el agua es baja y puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

### Descripción del Estiércol

El estiércol utilizado se recolectó del establo de la UAAAN con ganado vacuno lechero de una edad promedio de 3.5 años. La alimentación de este ganado era a base de concentrado de trigo, salvadillo, soya, -

Cuadro 3.2. Análisis físico y químico de algunas características del estrato 0-30 cm de profundidad del suelo, antes del establecimiento del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Primavera, 1988.

Característica	Método empleado	Valor obtenido
Color en seco	Escala Munsell	10YR 5.5/2 gris castaño claro
Color en húmedo	Escala Munsell	10YR 3/3, marrón oscuro
Texturas	Triángulo de texturas	Migajón arcilloso
Arena (%)	Hidrómetro	42.30
Limo (%)	Hidrómetro	27.50
Arcilla (%)	Hidrómetro	30.20
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Extractor de núcleo	1.28
Densidad de sólidos (g/cm <sup>3</sup> )	Picnómetro	2.42
Estructura	Visual	Bloques subangulares
Microestructura	Coefficiente de dispersión	7.40
Capacidad de campo (%)	Método de campo	24.50
Punto de marchitamiento (%)	$PwPMP = \frac{PwCC}{1.84}$	13.30
Humedad disponible (%)	$PwCC - PwPMP$	11.20
Humedad a dos bares	Olla de presión	20.32
Humedad a cuatro bares	Olla de presión	18.43
Humedad a seis bares	Olla de presión	16.85
Humedad a ocho bares	Olla de presión	15.20
Reacción del suelo (pH)	Potenciómetro	7.80
Materia orgánica (%)	Walkley-Black	3.83
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)	Acetato de amonio	22.30
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	Puente de Wheatstone	0.62
Sodio soluble (ppm)	Absorción atómica	54.00

Cuadro 3.3. Análisis del agua de riego de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Primavera, 1988.

Determinación	Método	Valores
Conductividad eléctrica (µmhos/cm)	Puente de Wheatstone	570
pH	Potenciómetro	7.45
Calcio (meq/lt)	Titulación	4.40
Magnesio (meq/lt)	Titulación	2.80
Sodio (meq/lt)	Absorción atómica	0.22

sorgo, fosfato monosódico y minerales; además, se le suministraba forraje seco de zacate, alfalfa, maíz y sorgo. El estiércol, al momento de su aplicación, tenía 11 por ciento de humedad.

#### Descripción del Fertilizante Enraizador<sup>1</sup>

El fertilizante enraizador es una fórmula desarrollada para proveer de nutrimentos a plantas jóvenes, provenientes tanto de trasplantes como de siembra directa y estimular el crecimiento vegetativo y de raíces. La composición de este producto es de nitrógeno total al nueve por ciento; fósforo disponible, 45 por ciento; potasio, 11 por ciento; magnesio, 0.60 por ciento; azufre, 0.8 por ciento; y fitohormonas, 400 ppm.

#### Descripción de los tratamientos

El estudio se realizó bajo la combinación de tres factores, con cuatro niveles cada uno; estos factores son: humedad, estiércol bovino y fertilizante enraizador.

Los tratamientos de humedad consistieron en la aplicación del agua de riego, cuando el suelo presentaba un contenido de humedad a

<sup>1</sup> Raizal 400

diferentes tensiones, como se detalla en el Cuadro 3.4. El factor estiércol bovino se utilizó como un mejorador de las características físicas y químicas del suelo. El tercer factor aplicado fue el fertilizante enraizador al follaje de las plantas.

Cuadro 3.4. Descripción de los niveles de cada factor utilizado en el experimento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo - Primavera 1988.

Factores	Niveles	Clave
Humedad	2 bares	R0
	4 bares	R1
	6 bares	R2
	8 bares	R3
Estiércol bovino	0 ton/ha	E0
	40 ton/ha	E1
	80 ton/ha	E2
	120 ton/ha	E3
Fertilizante enraizador	0 kg/ha	A0
	10 kg/ha	A1
	20 kg/ha	A2
	30 kg/ha	A3

#### Diseño Experimental y Distribución de los Tratamientos

Para conducir este estudio, se realizó un diseño experimental - bloques al azar, con tres repeticiones; los tratamientos fueron diseñados bajo una matriz Plan Puebla I, de esta forma, del total de 64 combinaciones, el número se redujo a 14 tratamientos (Turrent y Laird, 1985), éstos se describen en el Cuadro 3.5.

Las dimensiones de la unidad experimental fueron de tres metros de longitud y dos metros de ancho, correspondiendo a una superficie de seis metros cuadrados. Dentro de cada unidad experimental se sembraron siete hileras de plantas, separadas a 30 cm. Cada parcela fue separada

Cuadro 3.5. Lista de los tratamientos codificados y sin codificar correspondientes a la matriz Plan Puebla I, para tres factores, bajo el espacio de exploración (2-8), (0-120) y (0-30), bares de humedad, ton/ha de estiércol bovino y kg/ha de Raizal 400 respectivamente. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Primavera 1988:

Número de Tratamientos*	Valores Codificados			Niveles			Clave
	Humedad (R)	Estiércol (E)	Raizal (A)	R	E	A	
1	-0.33	-0.33	-0.33	4	40	10	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>
2	-0.33	-0.33	+0.33	4	40	20	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>
3	-0.33	+0.33	-0.33	4	80	10	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
4	-0.33	+0.33	+0.33	4	80	20	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>
5	+0.33	-0.33	-0.33	6	40	10	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>
6	+0.33	-0.33	+0.33	6	40	20	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>
7	+0.33	+0.33	-0.33	6	80	10	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>
8	+0.33	+0.33	+0.33	6	80	20	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>
9	-1.00	-0.33	-0.33	2	40	10	R <sub>0</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>
10	+1.00	+0.33	+0.33	8	80	20	R <sub>3</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>
11	-0.33	-1.00	-0.33	4	0	10	R <sub>1</sub> E <sub>0</sub> A <sub>1</sub>
12	+0.33	+1.00	+0.33	6	120	20	R <sub>2</sub> E <sub>3</sub> A <sub>2</sub>
13	-0.33	-0.33	-1.00	4	40	0	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>0</sub>
14	+0.33	+0.33	+1.00	6	80	30	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>

\* Los 14 tratamientos de la matriz Plan Puebla I, es igual a la expresión  $2^k + 2k$ . Donde k representa el número de factores involucrados.

-1.0      -0.33      +0.33      -1.0    \*\*

\*\* Variación de la matriz Plan Puebla I, para seleccionar las combinaciones. Donde -1.0, -0.33, +0.33, +1.0, corresponden a los niveles 0, 1, 2 y 3 de cada factor, respectivamente.



por un bordo de aproximadamente un metro de ancho y 0.25 de altura para evitar el paso del agua de una parcela a otra al momento de regar un tratamiento. Cada bloque fue ubicado en una superficie de  $123 \text{ m}^2$  ( $3 \times 41 \text{ m}$ ). Estos fueron separados por las acequias de riego que ocuparon un ancho de dos metros. En total, con inclusión de las acequias de riego y desagüe, el experimento fue establecido en una superficie de  $675 \text{ m}^2$  ( $15 \times 45 \text{ m}$ ) (Figura 3.1). En cada bloque fueron ubicadas 14 unidades experimentales, dentro de las cuales se aleatorizaron los 14 tratamientos resultantes de la Matriz Plan Puebla I. Las variaciones de esta matriz para seleccionar los niveles y obtener las combinaciones, se observan en el Cuadro 3.5.

#### Modelo Estadístico del Diseño Experimental Bloques al Azar

(Modelo I)

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}; \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, b \end{array}$$

$E_{ij}$  se distribuye  $N \sim I(0, \sigma^2)$

donde:  $Y_{ij}$  = variable dependiente (resultado observado de las características estudiadas) al tratamiento  $i$  en el bloque  $j$ .

$U$  = Media general (verdadero efecto medio)

$T_i$  = Efecto verdadero del  $i$ -ésimo tratamiento (contribución del tratamiento).

$B_j$  = Efecto verdadero del  $i$ -ésimo bloque o repetición (contribución del bloque).

$E_{ij}$  = Variable aleatoria o error experimental en el  $j$ -ésimo bloque e  $i$ -ésimo tratamiento (efecto de la unidad experimental) y que se distribuye normal con media cero y varianza constante (Ostle, 1983; Steel y Torrie, 1985).

Para determinar el comportamiento de las características del suelo y las variables del cultivo evaluadas, en cada uno de los

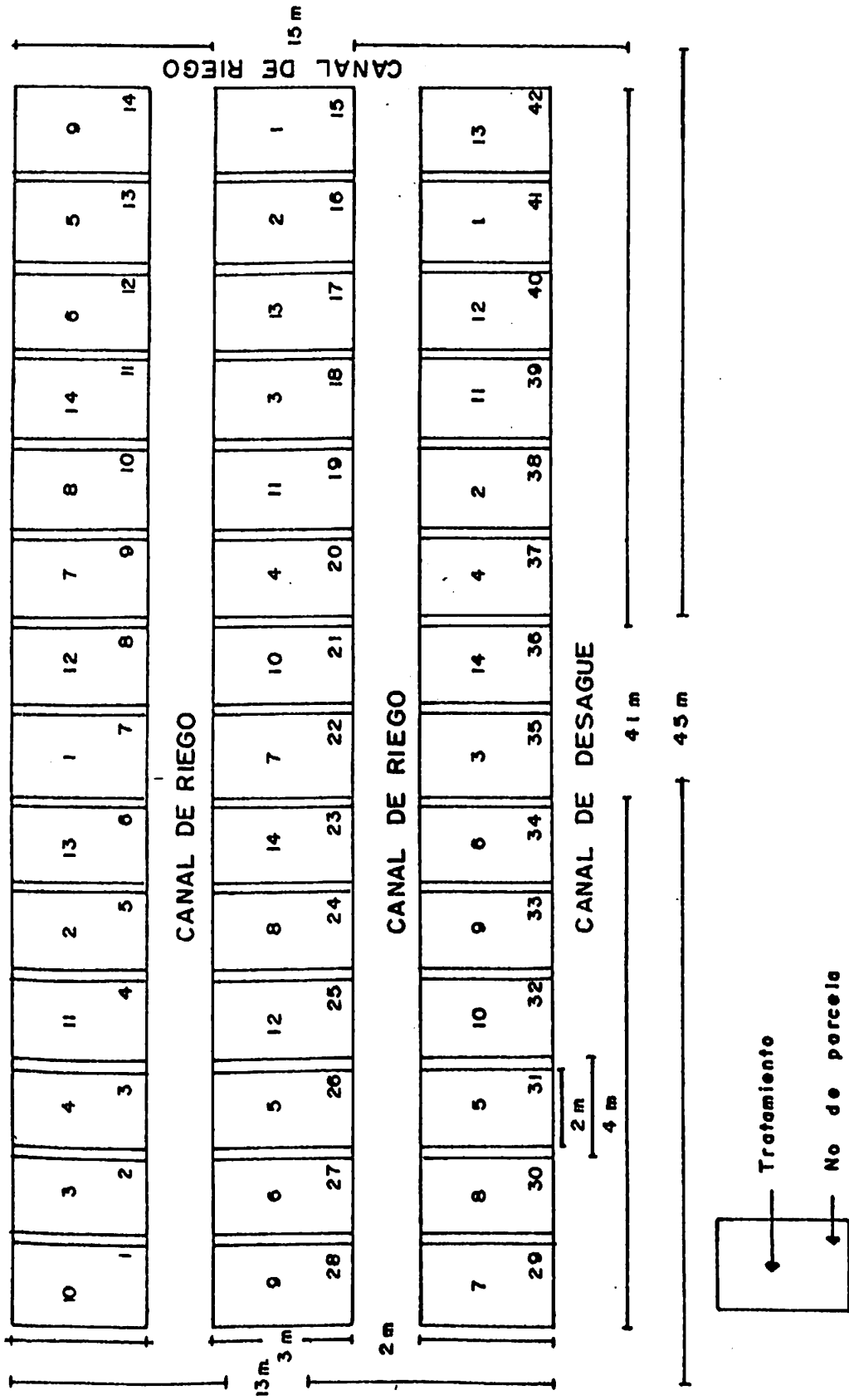


Figura 3.1. Plano de campo y distribución de los tratamientos (niveles de humedad, estiércol bovino y fertilizante enraizador) bajo un diseño experimental bloques al azar. U.A.A.N. Saltillo, Coah. primavera, 1988.

tratamientos, se desarrollaron los procedimientos siguientes:

1. Se realizó el análisis de varianza de acuerdo al diseño bloques al azar, al 0.01 y 0.05 como niveles de significancia.
2. Se analizaron los primeros ocho tratamientos (niveles uno y dos de cada factor) que integran el factorial completo  $2^k$  - Este análisis se hizo por medio de la prueba de Yates, para obtener los valores de los factores principales y las interacciones de éstos (Li, 1969; Turrent, 1985; Rangel, 1988).
3. Se probaron las comparaciones (contrastes) entre los niveles bajos contra los niveles óptimos de cada factor, considerados de acuerdo a la representación gráfica de la matriz Plan Puebla I, como se observa en la Figura 3.2 y el Cuadro 3.6. (Rangel, 1988).
4. Donde se observó diferencia estadística significativa entre los contrastes, los niveles bajos y óptimos se analizaron por separado, mediante un ajuste polinomial de grado dos. Donde hubo diferencia estadística significativa entre las comparaciones, se analizaron tanto por separado los niveles bajos y los altos como unidos para cada factor, en este caso se corrió un ajuste polinomial de grado dos y uno de tercer grado, respectivamente.
5. En todo caso que hubo diferencia significativa, se construyó un gráfico para apreciar mejor los resultados.
6. Se realizó un análisis de correlación de algunas variables agronómicas.

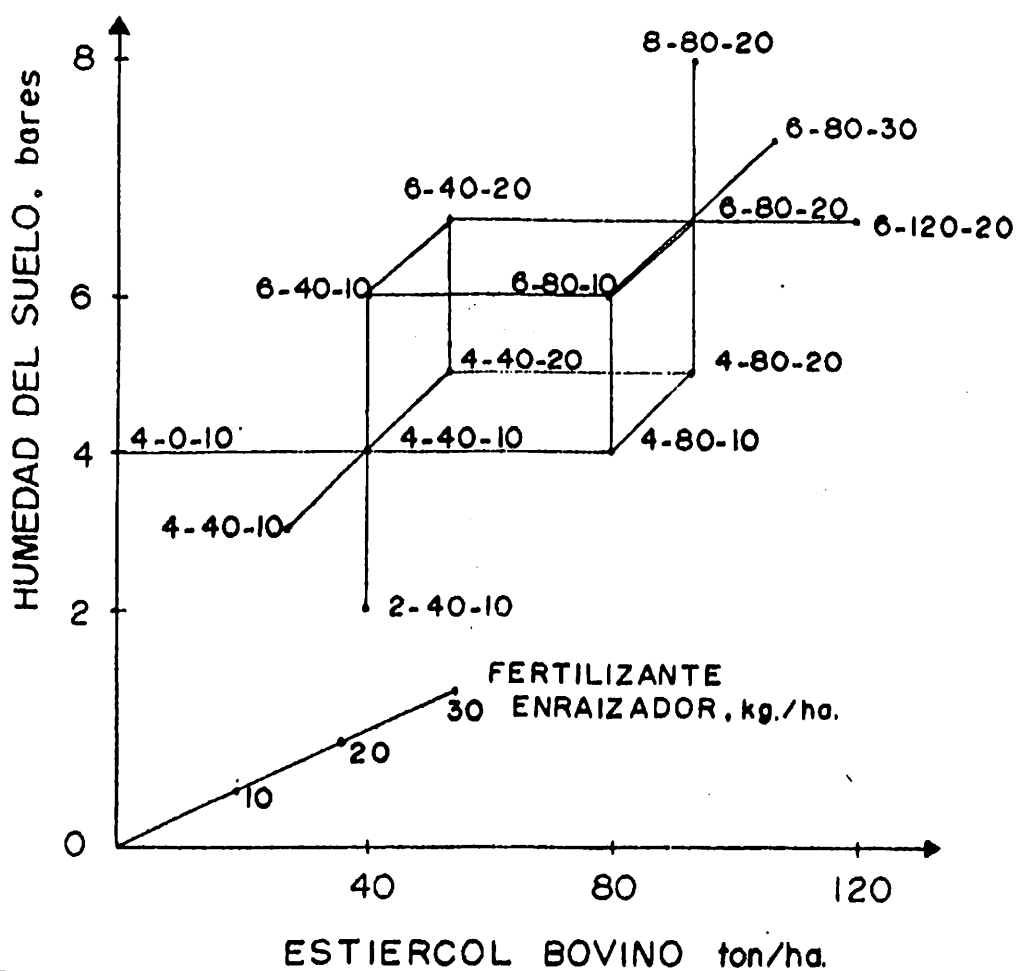


Figura 3.2 Representación grafica de los tratamientos en la matriz plan puebla I para tres factores.

Cuadro 3.6. Niveles bajos y niveles óptimos de acuerdo a los tratamientos en la representación gráfica de la matriz Plan Puebla I para tres factores.

Factores	N i v e l e s	
	Bajos	Optimos
Riego	2-40-10	4-80-20
	4-40-10	6-80-20
	6-40-10	8-80-20
Estiércol	4- 0-10	6-40-20
	4-40-10	6-80-20
	4-80-10	6-120-20
Enraizador	4-40- 0	6-80-10
	4-40-10	6-80-20
	4-40-20	6-80-30

7. Para determinar los mejores beneficios por unidad monetaria invertida, se realizó un análisis económico parcial, además nos sirve para seleccionar el mejor tratamiento.

### Preparación del Terreno

Las labores de preparación del terreno se iniciaron a finales de enero de 1988, con barbecho profundo seguido de rastreo cruzado. A inicio de febrero se dió un emparejamiento al terreno con una niveladora, para evitar encharcamiento del agua al momento del riego; inmediatamente fue surcado a 80 cm de separación. El 8 de febrero se realizó el bordeo y apertura de los canales de riego, quedando así separados los bloques. Las unidades experimentales fueron separadas por bordeos de 30 cm de altura y de aproximadamente 80 cm de ancho, realizados manualmente con pala y rastrillo, para evitar el paso del agua de un

tratamiento a otro al momento del riego.

### Aplicación del Estiércol

El estiércol, recientemente recolectado y pesado, fue aplicado - en surcos realizados manualmente a distancia aproximada de 15 cm y 15 cm de profundidad. Esta aplicación se llevó a cabo el 14 de febrero de 1988 en el primer bloque y el día 17 del mismo mes en los dos bloques restantes, de acuerdo a los tratamientos. Este fue distribuido e incorporado - en el suelo por medio de rastrillo, ayudando así al mejor emparejamiento de las unidades experimentales.

### Siembra

Para la siembra se abrieron pequeños surcos con dos pasadas de un rastrillo de madera con ganchos separados a 30 cm, estos surcos fueron de profundidad aproximada de 5 cm. La semilla fue previamente calculada para obtener una densidad de siembra de 250 kg/ha, ésta se depositó manualmente a chorrillo en los surcos, el 22 de marzo de 1988. La semilla utilizada fue criolla, suministrada por un agricultor cooperante, donde en ciclos anteriores se había instalado experimentos de cilantro y otros cultivos.

### Riegos

Para determinar el gasto de agua, se colocaron dos vertedores, ya que fue necesario regar dos bloques con una entrada de agua y el restante con otra entrada, debido a la ubicación del terreno.

Los vertedores fueron uno triangular y el otro rectangular sin contracciones laterales, ambos con pared delgada (Trueba, 1954). Las -

fórmulas usadas para medir la carga en los vertedores fueron las siguientes:

$$1. Q = 0.775 h^{2.47}$$

$$2. Q = 1.84 L h^{1.5}$$

donde:  $Q$  = gasto ( $m^3/seg$ )

$h$  = carga del vertedor (m)

$L$  = ancho de la cresta del vertedor (m), para este vertedor fue 0.35 m.

Estas fórmulas son para el vertedor triangular y rectangular, respectivamente.

Se estudiaron cuatro niveles de humedad, estos fueron regando cuando la humedad del suelo se encontraba a una tensión de dos, cuatro, seis y ocho bares. Para conocer el momento cuando aplicar el riego para cada tratamiento, se determinó el contenido de humedad del suelo por medio de la extracción de muestras con una barrena tipo caja, hasta una profundidad de 30 cm. A estas muestras se le determinaba el porcentaje de humedad a través del método gravimétrico.

La lámina de riego para asegurar la emergencia fue determinada mediante las fórmulas:

$$d = \frac{(P_{wCC} - P_{wPMP}) D_a P_r}{100 D_w}$$

$$L_r = \frac{d}{E_f}$$

$$t = \frac{L_r A}{Q}$$

La lámina de los riegos posteriores fueron calculadas mediante la fórmula:

$$L_r = \frac{Q \cdot T}{A}$$

donde:  $d$  = lámina teórica de agua de riego, necesaria para llevar a capacidad de campo un suelo.

$P_{wCC}$  = Porcentaje de humedad a capacidad de campo

$P_{wPMP}$  = Porcentaje de humedad a punto de marchitez permanente

$D_a$  = Densidad aparente del suelo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$P_r$  = Profundidad de enraizamiento del cultivo (cm)

$D_w$  = Densidad del agua (se tomó el valor de  $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ )

$L_r$  = Lámina de riego (cm y mm)

$E_f$  = Eficiencia de riego por superficie (se tomó el valor de 0.70)

$t$  = Tiempo (seg)

$A$  = Area ( $\text{cm}^2$ )

Los muestreos de humedad se realizaban antes y después de cada riego con el objeto de determinar el contenido de humedad del suelo para cada tensión y para determinar la profundidad alcanzada por la humedad, respectivamente. La profundidad alcanzada por la humedad en cada riego osciló entre 24 y 27 cm. Para cada muestreo se tomaban tres muestras en el espacio entre las dos últimas hileras orilleras de plantas, el valor promedio obtenido de estas muestras, fue el considerado como porcentaje de humedad al momento de muestreo. El número de riego varió de cuatro a seis, generalmente con una lámina promedio de ocho centímetros en un tiempo que osciló entre 3.5 y 9.33 min, como se observa en el Cuadro 3.7.

Los tres primeros riegos fueron aplicados a intervalos constantes de siete días, para poder lograr la emergencia; a partir de aquí



Cuadro 3.7. Tiempo y lámina de riego aplicada a los tratamientos en el cultivo de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

No.	R	E	A	Fechas (días y mes de 1988)												Lámina		Riegos		
				22-III	28-III	5-IV	16-IV	19-IV	21-IV	25-IV	28-IV	3-V	6-V	12-V	T	Lr	T		Lr	total
1	4	40	10	8.00 (9.00)	8.00 (8.20)	5.33 (7.00)	7.00 (8.00)	7.00 (8.00)											41.20	5
2	4	40	20	9.00 (9.50)	7.50 (9.00)	6.00 (8.00)	8.00 (9.00)	8.00 (9.00)											45.00	5
3	4	80	10	9.00 (9.00)	6.00 (8.00)	4.00 (7.25)													42.15	5
4	4	80	20	10.00 (8.00)	6.00 (8.50)	4.00 (7.90)													41.90	5
5	6	40	10	8.00 (9.00)	7.00 (7.92)	4.00 (8.00)													42.81	5
6	6	40	20	7.00 (8.11)	6.00 (8.00)	4.33 (8.33)													40.08	5
7	6	80	10	9.33 (9.23)	6.47 (7.63)	4.67 (6.75)													39.00	5
8	6	80	20	9.33 (7.83)	5.00 (7.88)	4.67 (7.48)													38.58	5
9	2	40	10	8.33 (9.23)	5.57 (8.11)	3.50 (7.98)	6.33 (8.72)												52.29	6
10	8	80	20	8.00 (9.50)	8.00 (8.42)	5.00 (8.50)													36.92	4
11	4	0	10	7.57 (10.33)	6.47 (7.83)	3.5 (7.10)													41.52	5
12	6	120	20	8.33 (11.08)	8.00 (9.23)	4.00 (7.22)													36.39	4
13	4	40	0	8.00 (10.13)	6.33 (7.26)	4.17 (7.77)													41.63	5
14	6	80	30	8.47 (9.10)	7.00 (9.08)	4.17 (7.56)													41.34	5
																			9.33 (7.09)	
																			7.57 (7.09)	
																			8.47 (8.88)	
																			7.43 (9.18)	
																			6.50 (8.55)	
																			8.33 (8.86)	
																			6.53 (8.42)	

R: Niveles de humedad (bares)  
 E: Estiércol bovino (ton/ha)  
 A: Fertilizante enraizador (kg/ha)

T: Tiempo de riego (min)  
 Lr: Lámina de riego (cm)  
 Lluvia (cm): marzo, 1.32; abril, 3.09 y mayo, 1.06

fue cuando se definieron los tratamientos por tensiones.

### Aplicación del Fertilizante Enraizador

Este fue aplicado cuando las plantas se encontraban a una altura de siete centímetros y un número de cuatro hojas. La aplicación se hizo foliarmente por hilera de plantas con un atomizador de mano, a una concentración de uno por ciento. La fecha en que se realizó fue el 23 de abril de 1988, es decir, al mes de la siembra.

### Labores de Cultivo

Las únicas labores de cultivo efectuadas fueron dos deshierbes, uno por medio de azadón y la otra por extracción manual. No se hicieron aplicaciones de insecticidas y fungicidas, debido a que no se presentaron plagas y enfermedades de importancia.

### Cosecha

La cosecha se llevó a cabo el 15 de mayo de 1988. Esta se hizo cuando el cultivo empezó a presentar las hojas filiformes, es decir, se presentó el síntoma de inicio de la floración, esto ocurrió a los 55 días de la siembra, a esta fecha las plantas alcanzaban una altura de 17-24 cm. El área útil cosechada fue de un metro de largo en la parte céntrica de la parcela, en las tres hileras centrales de plantas que ocupaban un ancho de 90 cm. El follaje correspondiente a una área de 0.90 m<sup>2</sup> se pesó en una balanza de reloj y luego se expresó en toneladas por hectárea.

### Características y Variables Medidas para Evaluar los Tratamientos

En el transcurso del ciclo del cultivo se realizaron dos

muestreos de plantas para la medición de variables que permitieron evaluar el comportamiento de las plantas en cada tratamiento. Igualmente se efectuó un muestro de suelo a una profundidad de 0-30 cm, al final del ciclo del cultivo para la determinación de algunas características físicas y químicas necesarias para la evaluación de los tratamientos del mejorador del suelo.

### Mediciones a la Planta

Para estudiar el comportamiento de las plantas a través de los tratamientos aplicados, se realizaron dos muestreos de plantas, el primero el 7 de mayo y el segundo un día antes de la cosecha. En ambos casos se usó el método destructivo al arrancar diez plantas seleccionadas al azar de la penúltima hilera de plantas en ambos lados de la unidad experimental.

### Altura de Planta (cm)

Se tomó desde la base del tallo hasta el brote más reciente, al momento del muestreo. Esta medición se hizo tanto en el primer como segundo muestreo, obteniéndose un valor promedio de una muestra de diez plantas por repetición.

### Número de Hojas

Se contó el número de hojas (folíolos) presente en cada planta de una muestra de diez, las cuales fueron analizadas estadísticamente en conjunto.

### Area Foliar (cm<sup>2</sup>)

El área por hoja se determinó en ambos muestreos, por medio de

un medidor automático de área foliar, Modelo AAM-7. Las hojas fueron -  
previamente desprendidas de la planta e inmediatamente colocadas en el  
medidor.

#### Peso Fresco de Planta (g)

Este se obtuvo pesando diez plantas seleccionadas al azar por -  
unidad experimental, en los dos muestreos practicados.

#### Peso Seco de Planta (g)

Con la finalidad de determinar la materia seca de las muestras  
recolectadas en los dos muestreos, las diez plantas por muestra fueron -  
secadas en una estufa con circulación de aire, por un tiempo de 48 hr a  
60°C.

#### Longitud de Raíz (cm)

La raíz principal de cada planta muestreada se midió desde el -  
cuello hasta el extremo de ésta. El valor analizado estadísticamente co  
rrespondió al promedio de diez, esta variable sólo se midió en el últi  
mo muestreo.

#### Peso Seco de Raíz (g)

Este se obtuvo secando en una estufa de circulación de aire, -  
las raíces de las plantas muestreadas en el segundo muestreo. El siste  
ma radical fue cortado en el punto de intersección con el tallo (cuello)

### Parámetros Fisiotécnicos

Estas variables para el análisis de crecimiento, fueron obteni  
das con datos recopilados durante el ciclo del cultivo, para una mejor

evaluación de los tratamientos.

### Contenido Relativo de Agua (CRA) (%)

Se determinó durante el último riego aplicado a cada tratamiento, seleccionando 40 hojas de cada muestra de plantas. Para obtener el CRA, el muestreo fue efectuado alrededor de las 6:30 A.M. antes del riego, el mismo día de su aplicación; las hojas se pesaban en una balanza analítica para obtener el peso de tejido fresco, posteriormente se introducían en agua destilada de un día para otro, para llevarlas a turgencia total, luego se secaba el excedente de agua con papel toalla para pesarlas, finalmente se encontraba el peso seco, secándolas en una estufa por 24 hr a 75°C. El valor del CRA se encontró con la relación:

$$CRA = \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso a turgencia} - \text{peso seco}} \times 100$$

### Déficit de Saturación de Agua (DSA) (%)

Se determinó por la diferencia siguiente:

$$DSA = 100 - CRA$$

### Tasa de Asimilación neta (TAN) ( $\frac{\text{g}}{\text{cm}^2 \times \text{semana}}$ )

Se obtuvo por la relación de los gramos de materia seca producidos por las plantas en el tiempo transcurrido de un muestreo a otro entre el área foliar por el tiempo transcurrido.

### Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) ( $\frac{\text{g}}{\text{cm}^2 \times \text{semana}}$ )

Se encontró por la relación de los gramos de materia seca producidos por las plantas en el tiempo transcurrido de un muestreo a -

otro, entre los  $\text{cm}^2$  de suelo ocupados por las plantas muestreadas y por el tiempo transcurrido

### Coeficiente de Distribución de Materia Seca entre Raíz y Parte Aérea

Se determinó a través de la relación entre materia seca de las raíces y materia seca de la parte aérea de las plantas, en el segundo muestreo.

### Características Medidas del Suelo

Se realizó un muestreo de suelo antes de la siembra para determinar algunas características del suelo preliminares al establecimiento del cultivo. Al final del ciclo del cultivo se efectuó otro muestreo con el objeto de evaluar el efecto del estiércol, la densidad aparente del suelo se determinó cuatro días antes de la cosecha, mientras que las demás características se determinaron de muestras extraídas después de la cosecha.

Las características analizadas estadísticamente fueron densidad aparente, densidad de sólidos, materia orgánica, humedad a capacidad de campo y espacio poroso. La reacción del suelo (pH), conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y velocidad de infiltración sólo se determinaron para los cuatro niveles de estiércol, estas últimas evaluaciones, excepto la velocidad de infiltración que se hizo en cuatro parcelas seleccionadas al azar en el campo; se determinaron a partir de cuatro muestras compuestas, una para cada nivel de estiércol, formadas a través de submuestras correspondientes a cada repetición de estiércol.

## CAPITULO 4

### RESULTADOS

#### Humedad

Se aprecia en el Cuadro 4.1 los intervalos de riego resultantes de los tratamientos en base a los factores humedad y estiércol bovino, a partir del tercer riego. El menor intervalo con 10 días fue para la combinación dos bares y 40 ton/ha de estiércol; mientras que el mayor intervalo con 23 días, a partir del tercer riego, fue para la combinación ocho bares de tensión y 80 ton/ha de estiércol. De igual forma se observa que para cuatro y seis bares, los intervalos de riego fueron variables de 14 a 20 días; dentro de una misma tensión varió debido a que las dosis de estiércol lo hacía cambiar de fecha. Los mayores rendimientos promedio de follaje de cilantro se obtuvieron con los tratamientos  $R_1E_2A_1$  y  $R_1E_2A_2$ , (4-80-10) y (4-80-20), con 20.78 y 21.09 ton/ha, es decir, con cuatro bares de tensión combinando con 80 ton/ha de estiércol. El tratamiento  $R_0E_1A_1(2-40-10)$  al que se le aplicó más gua, generó un rendimiento promedio de follaje de cilantro de 16.52 ton/ha.

En el Cuadro 4.2 se observa el porcentaje de humedad media de las muestras tomadas antes de cada riego, a partir del tercero, para definir el momento de aplicar el agua de riego de acuerdo a los tratamientos.

#### Comportamiento de las Variables Medidas en las Plantas

Las medias de los resultados obtenidos, para las variables medidas en la planta en el primer y segundo muestreo en cilantro, han sido

Cuadro 4.1. Intervalos de riego a partir de los tres primeros riegos - aplicados a intervalos constantes de siete días. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988.

Tratamientos con humedad y estiércol	Intervalos (días)
2 - 40	10
4 - 0, 40	14
4 - 80	16
6 - 40	16
6 - 80	19
6 - 120	20
8 - 80	23

Cuadro 4.2. Porcentaje de humedad media de las muestras de suelo tomadas a partir del tercer riego, para determinar el momento de - aplicar el agua de riego en base a los tratamientos de tensiones del suelo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Ciclo primavera, 1988.

Tratamientos con humedad y estiércol	R i e g o s		
	1	2	3
2 - 40	20.26	21.03	21.00
4 - 0	19.00	18.01	
4 - 40	18.15	19.20	
4 - 80	18.65	19.11	
6 - 40	16.00	15.93	
6 - 80	16.91	16.15	
6 - 120	16.17	17.06	
8 - 80	14.85		



concentradas en los Cuadros 4.3 y 4.4, respectivamente.

El resumen del análisis estadístico, el cual concentra los cuadros medios para cada una de las fuentes de variación que caracterizan el diseño experimental y de tratamientos, y para cada variable medida en la planta, se presentan en los Cuadros 4.5 y 4.6 para el primer y segundo muestreo, respectivamente.

En el análisis de varianza se observa que en el primer muestreo de planta, la variable peso fresco de planta resultó altamente significativa para el factor humedad (Cuadro 4.5, Figura 4.1). En esta misma variable alcanzó significancia el efecto lineal de los niveles bajos para el estiércol y el efecto cuadrático para los niveles óptimos de humedad (Cuadro 4.5, Figura 4.1). Peso fresco no presentó significancia en el segundo muestreo (Cuadro 4.6).

La variable materia seca de planta en el primer muestreo resultó significativa para tratamientos y el factor humedad, y altamente significativa para el factor estiércol bovino. Los contrastes de los niveles bajos y los óptimos de cada factor no resultaron significativos, excepto los niveles óptimos contra los bajos del factor humedad. Hubo significancia en el efecto cuadrático de los niveles óptimos para el factor humedad y con la unión de los efectos bajos y óptimos para el factor estiércol, como se aprecia en el Cuadro 4.5 y en la Figura 4.1. Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis del segundo muestreo.

Al realizar el análisis estadístico para área foliar, en el primer muestreo presentó diferencia significativa lineal en el ajuste polinomial para los cuatro niveles estudiados de estiércol, como se indica en el Cuadro 4.5 y en la Figura 4.2. En el segundo muestreo hubo

Cuadro 4.3. Concentración de medias de las variables medidas en las plantas, primer muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

Tratamientos No.	Clave	Altura de planta (cm)	V a r i a b l e s			Peso fresco de plantas por muestra (g)	Peso seco de plantas por muestra (g)
			Número de hojas por muestra	Area foliar por muestra (cm <sup>2</sup> )			
1	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	11.65	65.00	123.03	4.80	0.705	
2	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	12.77	54.00	115.84	5.40	0.710	
3	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	15.13	73.67	159.23	6.94	1.000	
4	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	14.85	62.67	178.50	8.33	1.140	
5	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	10.29	64.00	121.85	4.40	0.710	
6	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	10.67	64.00	113.85	3.47	0.640	
7	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	11.00	74.67	160.21	4.97	0.900	
8	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	9.98	62.00	113.31	3.40	0.650	
9	R <sub>0</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	10.63	58.67	130.28	4.43	0.670	
10	R <sub>3</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	12.01	69.00	145.43	5.37	0.850	
11	R <sub>1</sub> E <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	9.84	58.33	106.10	3.73	0.590	
12	R <sub>2</sub> E <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	12.07	77.00	170.81	5.83	0.980	
13	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	11.62	57.67	113.71	4.43	0.650	
14	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	11.89	61.00	118.09	4.07	0.720	

Cuadro 4.4. Concentración de medias de las variables medidas en las plantas, segundo muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. ciclo primavera 1988.

No.	Tratamiento Clave	V Altura de planta (cm)	a Número de hojas	i b l e s Area foliar por muestra (cm <sup>2</sup> )	Peso fresco de plantas por muestra (g)
1	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	17.25	118.67	293.02	17.11
2	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	21.25	68.00	167.63	11.34
3	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	26.31	83.33	227.33	18.54
4	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	24.55	83.33	222.29	17.81
5	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	19.50	73.67	148.95	12.83
6	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	18.29	81.00	176.78	13.81
7	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	21.74	83.33	272.11	15.60
8	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	20.07	98.00	247.29	15.17
9	R <sub>0</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	17.66	91.33	209.22	12.84
10	R <sub>3</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	20.46	84.67	214.00	18.71
11	R <sub>1</sub> E <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	21.15	73.33	183.39	13.34
12	R <sub>2</sub> E <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	20.84	115.33	310.02	19.61
13	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	21.45	79.00	204.33	14.06
14	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	20.82	105.00	291.62	19.74

Cuadro 4.4. ....continuación

No.	Tratamiento Clave	V a r i a b l e s				CRA* (%)	DSA** (%)
		Peso seco de plantas por muestra (g)	Longitud de raíz (cm)	Peso seco de raíz por muestra (g)			
1	R1E1A1	1.93	8.09	0.25	81.59	18.41	
2	R1E1A2	1.40	7.07	0.15	77.60	22.40	
3	R1E2A1	2.19	7.62	0.23	89.13	10.63	
4	R1E2A2	2.08	7.61	0.23	85.32	14.68	
5	R2E1A1	1.44	6.86	0.17	77.45	22.55	
6	R2E1A2	1.43	6.66	0.16	75.38	24.62	
7	R2E2A1	1.63	7.53	0.19	77.88	22.12	
8	R2E2A2	1.53	7.05	0.19	81.06	18.94	
9	R0E1A1	1.38	6.18	0.15	92.32	7.68	
10	R3E2A2	1.87	8.68	0.24	75.60	24.40	
11	R1E0A1	1.70	6.80	0.20	79.06	20.94	
12	R2E3A2	1.88	8.98	0.24	78.65	21.35	
13	R1E1A0	1.74	6.98	0.21	74.15	25.85	
14	R2E2A3	2.06	7.53	0.20	75.48	24.52	

\* Contenido relativo de agua

\*\* Déficit de saturación de agua

No.	Clave	Tasa de asimilación neta (g x cm <sup>-2</sup> semana <sup>-1</sup> )	Tasa de crecimiento del cul tivo (g x cm <sup>-2</sup> semana <sup>-1</sup> )	Coef. de Distr. de materia seca de raíz y parte aérea	Rendimiento de follaje (ton/ha)
1	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	0.0099	0.0101	0.129	16.83
2	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	0.0061	0.0057	0.110	16.44
3	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	0.0079	0.0099	0.105	20.78
4	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	0.0061	0.0078	0.118	21.08
5	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	0.0077	0.0072	0.117	15.71
6	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	0.0070	0.0066	0.109	13.16
7	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	0.0045	0.0061	0.115	18.90
8	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	0.0078	0.0073	0.121	15.89
9	R <sub>0</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	0.0055	0.0059	0.108	16.52
10	R <sub>3</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	0.0078	0.0085	0.127	15.67
11	R <sub>1</sub> E <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	0.0104	0.0092	0.116	15.23
12	R <sub>2</sub> E <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	0.0052	0.0074	0.136	14.48
13	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	0.0106	0.0091	0.119	13.35
14	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	0.0133	0.112	0.103	14.03

Cuadro 4.5. Cuadros medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en el cultivo, primer muestreo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo Primavera, 1988.

Fuente de variación	Grados de libertad	1	2	3	4	5
B (Bloques)	2	17.170*	0.067	2905.178	492.167*	29.046**
T (Trat. PPI)	13	5.598	0.084*	1771.589	142.009	7.887
R (Humedad)	1	31.971**	0.165*	1702.860	32.667	58.157**
E (Estiércol)	1	11.621	0.329**	7006.217*	253.500	11.676
RE	1	7.821	0.103	1397.510	28.167	11.537
A (Enraizador)	1	0.0938	0.0109	687.580	450.667	0.016
RA	1	7.594	0.078	1682.370	32.667	0.807
EA	1	0.011	0.0007	58.033	60.166	2.950
REA	1	0.771	0.038	1601.970	60.160	0.00007
R (Bajo vs. óptimo)	1	6.000	0.160*	1927.170	18.000	9.130
E (Bajo vs. óptimo)	1	3.830	0.001	46.208	18.000	7.592
A (Bajo vs. óptimo)	1	2.420	0.022	761.670	220.500	5.014
R (Efecto bajo) L	1	0.002	0.003	106.680	42.660	0.170
C	1	0.294	0.001	18.443	26.680	2.824
R (Efecto óptimo) L	1	13.200	0.126	1640.437	60.166	12.098
C	1	23.805*	0.238*	4735.267	29.390	23.710*
E (Efecto bajo) L	1	15.360*	0.250*	4235.258	352.666	42.029
C	1	0.569	0.017	185.666	2.000	1.411
E (Efecto bajo+efecto óptimo)			0.264+	6740.434+		
E (Efecto óptimo) L	1	8.400	0.177*	4867.230	253.500	2.912
C	1	3.125	0.050	1684.510	144.500	3.846
A (Efecto bajo) L	1	1.402	0.006	6.805	20.167	1.972
C	1	0.027	0.002	136.290	168.056	0.605
A (Efecto óptimo) L	1	1.215	0.050	2661.152	280.000	1.206
C	1	2.494	0.048	1354.410	68.056	4.273
Error	26	3.289	0.038	1361.035	145.603	4.345
C.V. (Z)		36.49	24.96	27.620	18.73	17.75
Media General		4.969	0.78	133.589	64.405	11.74

1. Peso fresco (g)  
 2. Materia seca de la planta (g)  
 3. Area foliar (cm<sup>2</sup>)  
 4. Número de hojas  
 5. Altura de planta (cm)  
 \*,\*\* Significancia al 5% y al 1% de E(Efecto bajo + efecto óptimo) = Unión significativa de los efectos bajos + los óptimos de estiércol

Cuadro 4.6. Cuadros medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en el cultivo, segundo mes-treo en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988.

Fuente de variación	Grados de libertad	Variables Evaluadas del Cultivo			
		1	2	3	4
B (Bloques)	2	331.8800**	19.1070	0.0894	16961.3487
T (Trat. PPI)	13	18.2603	23.6823	0.2271	7599.1150
R (Humedad)	1	49.5938*	20.5165	0.9283	1591.2100
E (Estiércol)	1	78.6264*	54.2102	0.5643	12509.9300
RE	1	2.7470	5.3110	0.1601	15713.2800
A (Enraizador)	1	12.1550	13.2165	0.2091	6089.0800
RA	1	11.3160	18.5680	0.1067	6678.6700
EA	1	0.0160	4.9050	0.0384	1718.3900
REA	1	0.5220	15.4700	0.0973	11225.1050
R (Bajo vs óptimo)	1	6.3844	39.7800	0.2700	524.6640
E (Bajo vs óptimo)	1	43.400	0.0774	0.4800	460.5613
A (Bajo vs óptimo)	1	2.4126	31.9700	0.0108	10664.3276
R (Efecto bajo) L	1	0.9842	0.00002	0.0054	5449.3120
C		1.0225	36.4900	0.5400	25964.6492*
R (Efecto bajo + efecto óptimo)					
R (Efecto óptimo) L	1	43.9022	1.2240	0.0620	103.000
C		12.3170	0.7700	0.4020	1698.6670
E (Efecto bajo) L	1	46.2037	40.6600	0.3600	2896.9600
C		2.7600	2.7222	0.0007	15369.7200
E (Efecto bajo + efecto óptimo)					
E (Efecto óptimo) L	1	2.6136	50.4600	0.2900	26628.0140*
C		8.5970	4.7227	0.0321	30.2383
A (Efecto bajo) L	1	14.2600	10.9620	0.1734	2020.7000
C		7.5100	38.7493	0.2500	22917.2640
A (Efecto óptimo) L	1	35.6200	25.7100	0.2800	570.0000
C		0.6498	12.4667	0.2006	2391.0900
Error	26	11.0576	24.6270	0.2362	5985.7348
CV (%)		20.41	31.50	28.09	34.19
Media General		16.2919	15.7520	1.73	226.28

1: Rendimiento de follaje (ton/ha)

2: Peso fresco de planta (g)

3: Materia seca de planta (g)

R(Efecto + efecto óptimo), E(Efecto bajo + efecto óptimo), F(Efecto bajo + efecto óptimo + los efectos bajos + los óptimos de riego y estiércol, respectivamente)

4: Area foliar (cm<sup>2</sup>)

\*, \*\*: Significancia al 5% y al 1% de probabilidad

Cuadro 4.6. ....continuación

Fuente de variación	Grados de libertad	5	6	7	8	9
B (Bloques)	2	2608.0719*	107.9780**	2.7301	0.00086	17.3737
T (Trat. PPI)	13	718.1758	17.7998	1.8109	0.00352	88.1538**
R (Humedad)	1	112.6670	35.7590	1.9720	0.0096	179.4160**
E (Estiércol)	1	16.6660	100.6550**	0.4760	0.0038	171.3073**
RE	1	816.6670	26.0600	0.3602	0.00007	31.3270
A (Enraizador)	1	308.1667	0.1488	1.1000	0.0043	16.7668
RA	1	1980.6670	9.7900	0.0468	0.0028	29.8370
EA	1	1261.500	14.4600	0.1944	0.0043	11.0162
REA	1	704.6670	10.5200	0.6144	0.0028	9.6774
R (Bajo vs óptimo)	1	156.0550	56.9950*	2.4300	0.0038	43.9922
E (Bajo vs óptimo)	1	180.5000	15.1800	0.0168	0.0041	107.8900**
A (Bajo vs óptimo)	1	213.5556	3.9293	0.0005	0.0094	0.5860
R (Efecto bajo) L	1	460.1700	5.0417	0.6868	0.0006	331.8200**
C		2616.0555	3.5201	4.8980	0.0162*	21.6900
R (Efecto bajo + efecto óptimo)			6.5472+			443.4145+
R (Efecto óptimo) L	1	1176.0000	25.0900	1.7388	0.0002	141.7200**
C		392.0000	11.8580	2.4100	0.0047	0.7361
E (Efecto bajo) L	1	150.0000	39.9900*	1.0251	0.0017	152.3100**
C		3253.5500*	83.8500**	1.5371	0.0027	12.5500
E (Efecto bajo + efecto óptimo)			41.1185+	6.3798+		
E (Efecto óptimo) L	1	1768.1660	9.7280	8.0968*	0.0096	16.0060
C		0.0556	0.5202	1.2013	0.0004	32.8050
A (Efecto bajo) L	1	181.5000	0.1700	0.0131	0.0054	17.8880
C		4080.0500*	32.5080	2.2600	0.0089	65.3600*
A (Efecto óptimo) L	1	704.1600	1.2696	0.00002	0.0003	8.6400
C		29.3889	2.8960	0.4640	0.00009	38.4200
Error	26	668.6868	8.8040	1.1756	0.003293	13.3655
CV (%)		29.24	14.26	14.65	28.69	4.57
Media General		88.43	20.81	7.40	0.20	80.47

5: Número de hojas  
 6: Altura de planta (cm)  
 7: Longitud de raíz (cm)  
 8: Materia seca de raíz (g)

9: Contenido relativo de agua (CRA)(%)

\*, \*\*: Significancia al 5% y al 1% de probabilidad

+: Significancia al 5% al unir el efecto bajo y el alto



Cuadro 4.6. ....continuación

Fuente de variación	Grados de libertad	10	11	12	13
Bloques	2	18.1440	0.0000231	0.00001177	0.00035545
T (Trat. PPI)	13	89.1726**	0.00001848	0.00000861	0.00028602
R (Humedad)	1	183.3748**	0.00000300	0.00001600	0.00000100
E (Estírcol)	1	175.1761**	0.0000080	0.00000190	0.00001900
RE	1	32.9942	0.00000007	0.0000007	0.00028000
A (Enraizador)	1	17.9920	0.0000040	0.0000270	0.00003100
RA	1	31.4646	0.0000260	0.0000083	0.00000940
EA	1	10.0620	0.0000130	0.0000011	0.00085000
REA	1	10.6134	0.0000016	0.0000030	0.00011000
R (Bajo vs óptimo)	1	43.9900	0.0000013	0.0000004	0.0000720
E (Bajo vs óptimo)	1	111.4500**	0.0000330	0.00003200	0.0001334
A (Bajo vs óptimo)	1	0.5868	0.0000005	0.00000011	0.0002067
R (Efecto bajo) L	1	331.8200**	0.0000073	0.00000250	0.0001410
C	1	21.6900	0.0000220	0.00002500	0.0005894
R (Efecto bajo + efecto óptimo)		443.4145+			
R (Efecto óptimo) L	1	141.7176**	0.0000056	0.00000081	0.0001500
C	1	0.7361	0.0000018	0.00000150	0.0000036
R (Efecto bajo) L	1	159.6500**	0.0000099	0.00000074	0.0001710
C	1	13.7813	0.0000012	0.00000068	0.0007480
E (Efecto bajo + efecto óptimo)					
E (Efecto óptimo) L	1	16.0060	0.0000043	0.00000120	0.0003840
C	1	32.8050	0.0000053	0.00000015	0.0000034
E (Efecto bajo) L	1	17.9200	0.0000310	0.00001700	0.0001402
C	1	65.3200*	0.0000047	0.00001500	0.0004401
A (Efecto óptimo) L	1	8.6400	0.000114*	0.00003900	0.0002042
C	1	38.4272	0.0000026	0.00000370	0.0003125
Error	26	13.3233	0.0000193	0.00001298	0.0004756
CV (%)		18.37	55.94	45.00	18.68
Media General		19.9357	0.007841	0.008	0.1168

10: Déficit de saturación de agua (DSA) (%) ✓

11: Tasa de asimilación neta (g x cm<sup>-2</sup>semana<sup>-1</sup>) \*,\*\*: Significancia al 5% y al 1% de probabilidad

12: Tasa de crecimiento del cultivo (g x cm<sup>-2</sup>semana<sup>-1</sup>) +: Significancia al 5% al unir el efecto bajo y el óptimo

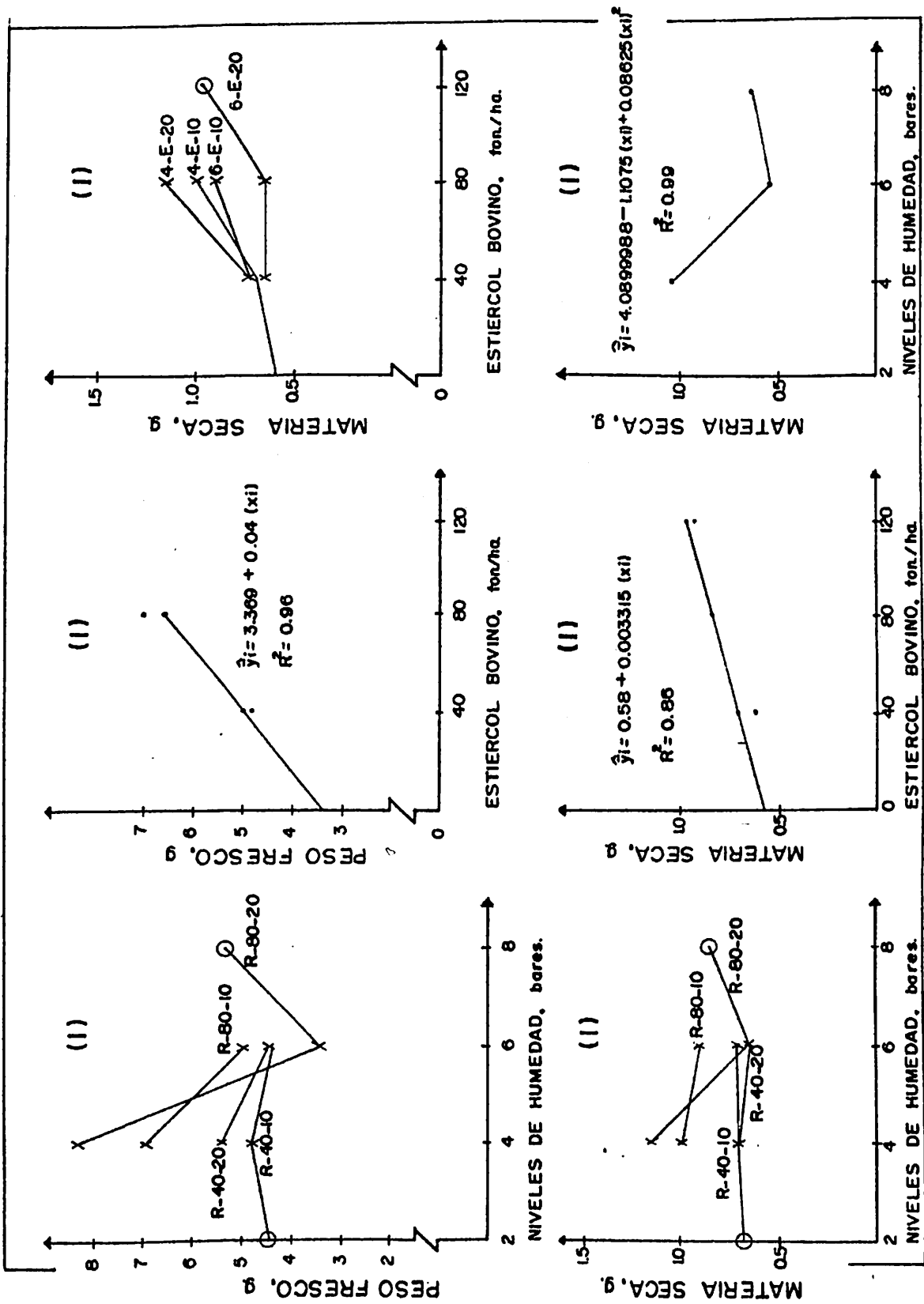


Figura 4.1 Comportamiento del peso fresco y materia seca de las plantas en el primer muestreo (I) en cilitro. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

efecto lineal entre los niveles óptimos de estiércol y efecto cuadrático entre los niveles bajos de humedad (Figura 4.2). Como consecuencia - el área foliar en cilantro se incrementa con la aplicación de estiércol bovino y con la aplicación del riego en el suelo con cuatro bares de - tensión.

Número de hojas, tanto en el primer caso como en el segundo - muestreo presentó diferencia significativa para bloques al realizar el análisis de varianza. Al hacer el ajuste polinomial. En el segundo muestreo resultaron significativos los efectos cuadráticos de los niveles - bajos para el estiércol y fertilizante enraizador, los mejores fueron - los niveles 40 ton/ha y 10 kg/ha de estiércol y enraizador, respectivamente, como se observa en la Figura 4.2; pero al unir los niveles bajos y los óptimos no se presentó diferencia significativa en el modelo.

La variable altura de planta indica en el análisis estadístico - diferencia altamente significativa para el factor humedad y el factor estiércol, en el primer y segundo muestreo, respectivamente (Figura - 4.3). Al unir los niveles bajos y óptimos no hubo diferencia significativa para el primer muestreo, pero sí hubo diferencia altamente significativa lineal en el efecto de niveles bajos de estiércol, como se aprecia en la Figura 4.3. Sin embargo, en el segundo muestreo hubo diferencia significativa cúbica al unir los niveles de estiércol, como lo indica la Figura 4.3. Por lo tanto, la altura de planta se incrementó con - la aplicación de 80 ton/ha de estiércol y con la aplicación del riego - cuando el suelo tenía cuatro bares de tensión a la profundidad de 30 cm.

En la Figura 4.3 se observa que hubo diferencia significativa - lineal para los cuatro niveles de humedad y estiércol, en la variable -

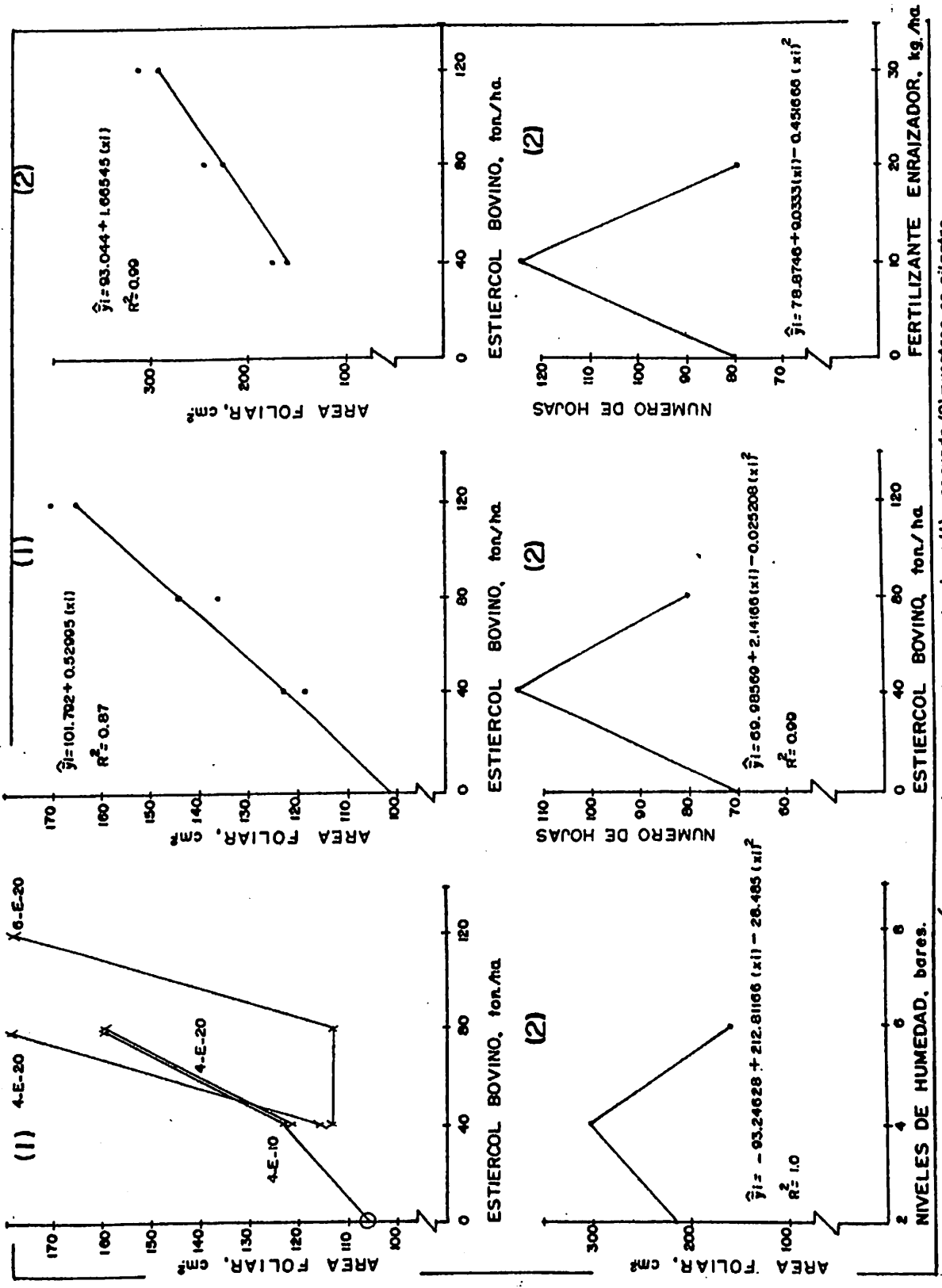


Figura 4.2 Comportamiento del área foliar y número de hojas en el primer (1) y segundo (2) muestreo en cilantro. UAAJAN, Buenavista, Saffillo, Coahuila, Ciclo primavera, 1988.

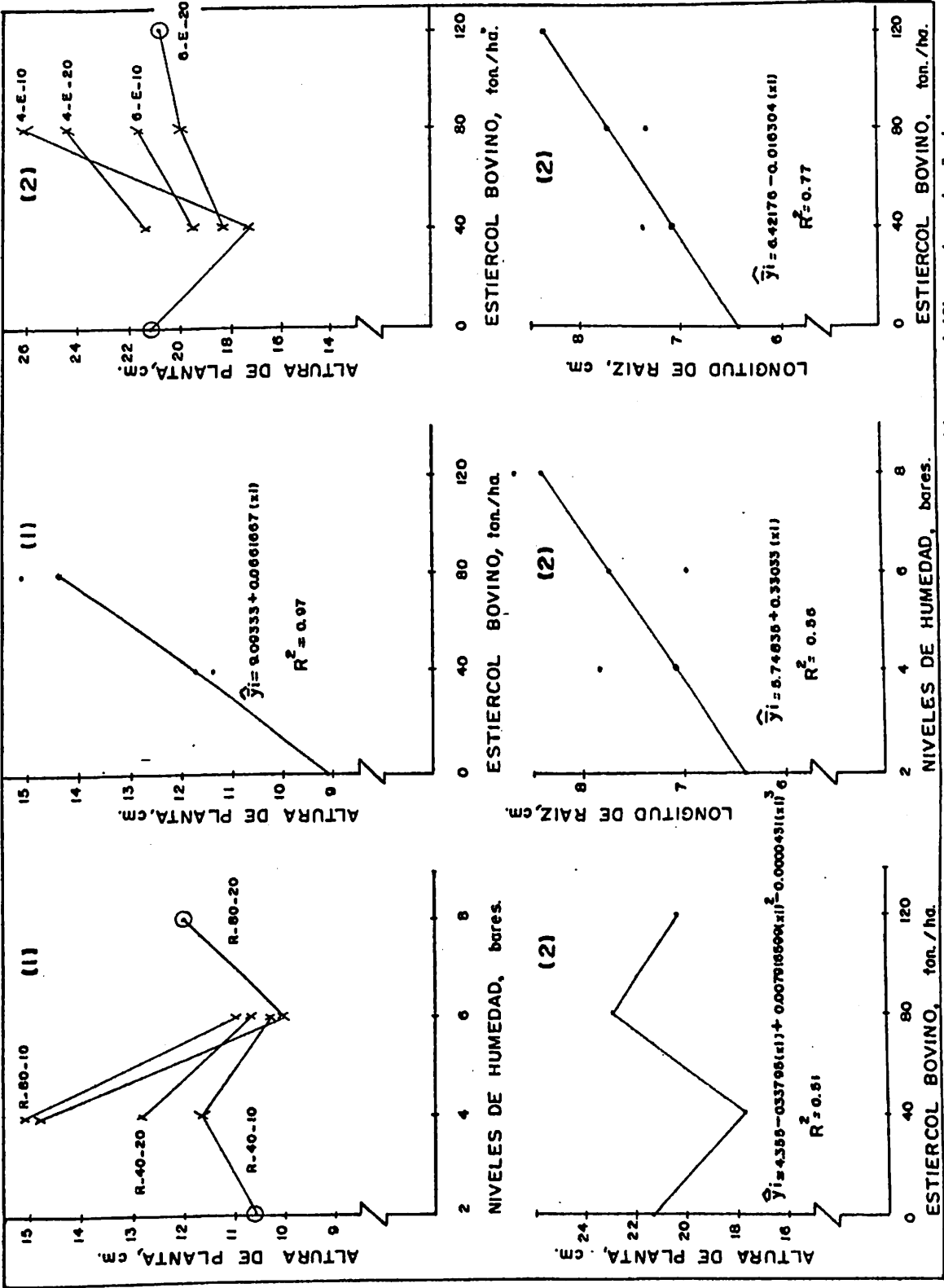


Figura 4-3. Comportamiento de altura de planta y longitud de raíz en el primer (1) y segundo (2) muestreo de cianfeno. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

longitud de raíz, así pues, a mayor tensión del suelo (menor humedad) - se incrementa la longitud de raíz, en cambio, a mayor cantidad de es - tiércol ésta se incrementa. La materia seca de raíz se incrementa con - la aplicación del riego en cilantro, cuando la tensión del suelo es de cuatro bares, como se indica en la Figura 4.4a.

Se aprecia en el Cuadro 4.6 y en las Figuras 4.4 c y d, que el contenido relativo de agua (CRA) resultó altamente significativo para - los factores humedad y estiércol. Se encontró diferencia altamente sig - nificativa en el contraste de niveles bajos contra niveles óptimos de - estiércol; igualmente existió diferencia altamente significativa en el efecto lineal para los niveles bajos de estiércol, como se observa en - la Figura 4.4 f. Al unir los niveles del factor humedad para el CRA, hu - bo diferencia lineal significativa, como lo indica la Figura 4.4 e, y - como consecuencia, a medida que aumenta la tensión en el suelo, disminu - ye el CRA en las plantas de cilantro. Por el contrario, el CRA aumenta al incrementarse los niveles de estiércol hasta 80 ton/ha. Para el fac - tor fertilizante enraizador hubo diferencia significativa cuadrática en los niveles bajos de estiércol; encontrándose que el CRA se incrementa cuando se aplican 10 kg/ha de enraizador.

El comportamiento para déficit de saturación de agua (DSA) es - igual que el del CRA descrito en el párrafo anterior, para los tres fac - tores, pero en sentido contrario, como se señala en las mismas Figuras 4.4 c,d,e,f y g del CRA, ésto es debido a que el DSA se obtiene de la - diferencia 100 menos CRA.

#### Rendimiento de la Producción de Follaje de Cilantro

Los rendimientos promedios obtenidos de la producción de -

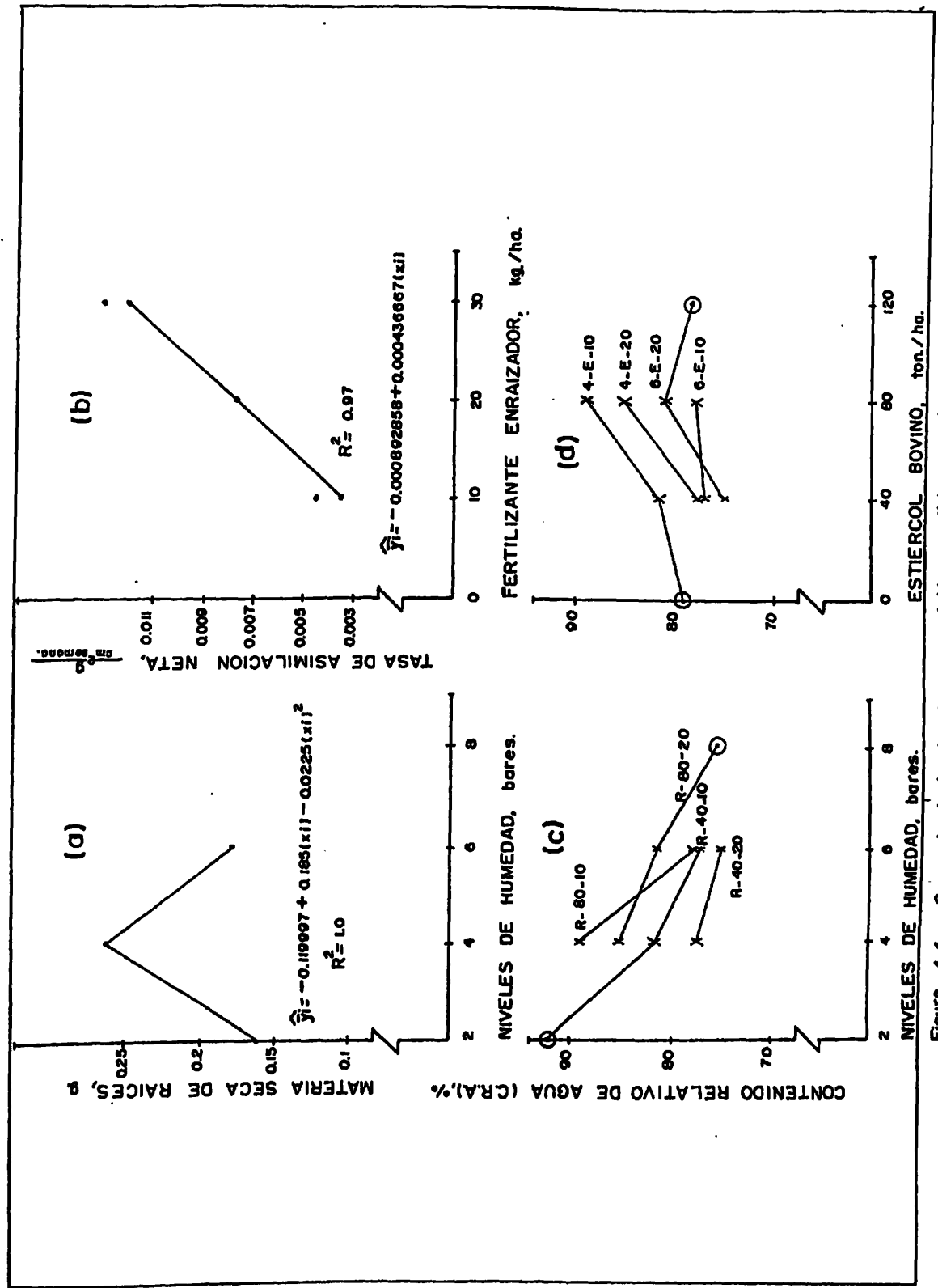
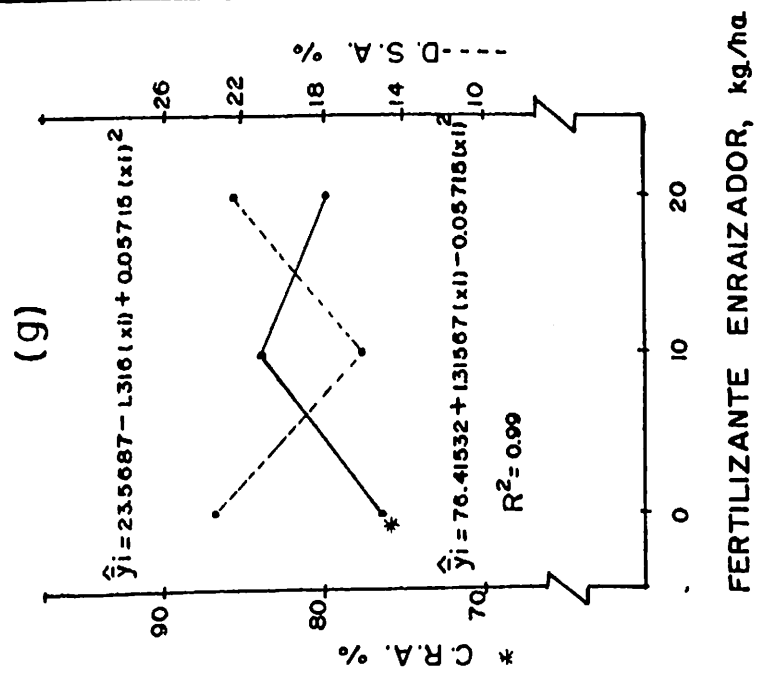
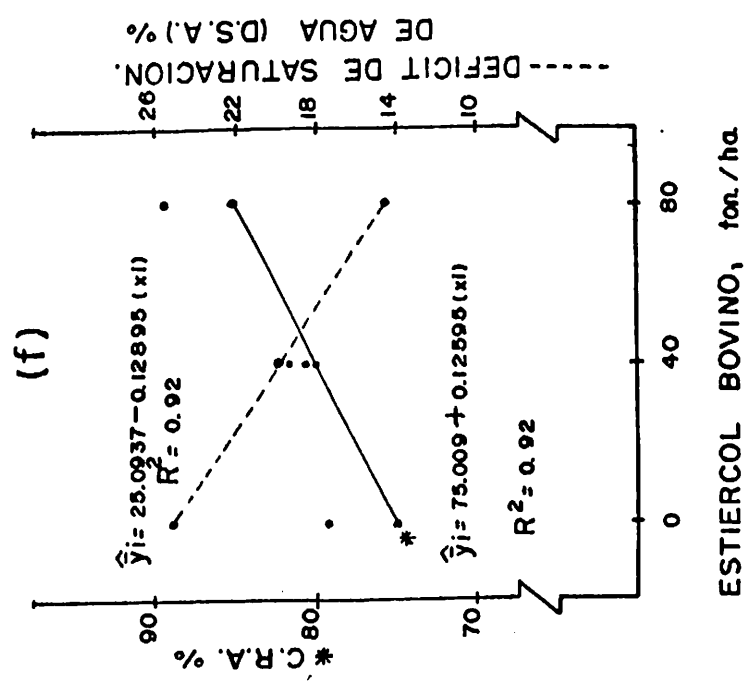


Figura. 4.4. Comportamiento de algunas variables medidas en cilantro. U.A.A.N. Buenavista, Saifillo, Coahuila. Ciclo primavera 1968.



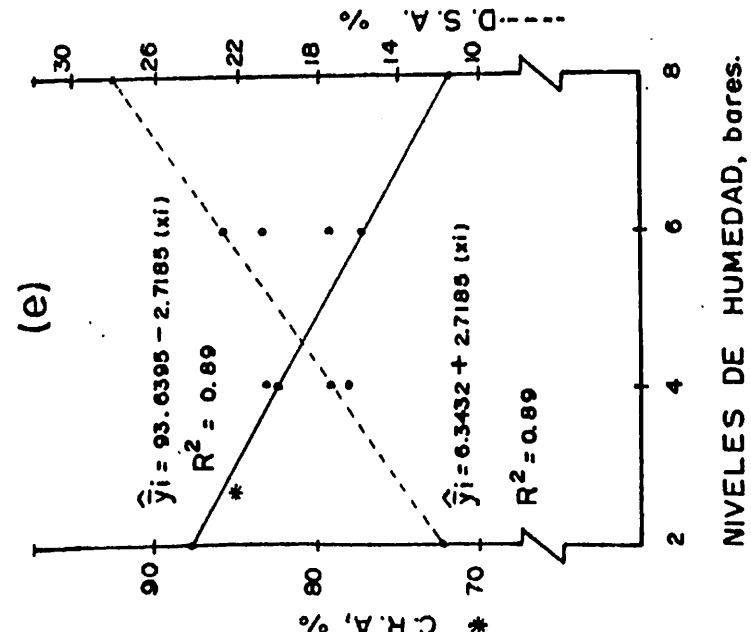
FERTILIZANTE ENRAIZADOR, kg/ha

Figura. 4.4. (g)



ESTIERCOL BOVINO, ton/ha

Figura. 4.4. (f)



NIVELES DE HUMEDAD, bares.

Figura. 4.4. (e)



follaje por tratamiento se indican en la Figura 4.5, se constata que los mejores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos 3 y 4 que corresponden a las combinaciones de los niveles 4-80-10 y 4-80-20, con 20.78 y 21.08 ton/ha, respectivamente. Mientras que los menores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos 6 y 13 que corresponden a las combinaciones de los niveles 6-40-20 y 4-40-0, con 13.16 y 13.35 ton/ha, respectivamente.

En el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa para bloques, pero no para tratamientos. En cambio, al realizar el análisis de la prueba de Yates para los factores principales y las interacciones de los mismos, se encontró diferencia significativa para los factores humedad y estiércol bovino, pero no para las interacciones, tampoco en los contrastes ni en los polinomios, como se aprecia en el Cuadro 4.6.

En la Figura 4.6 se presentan los resultados del rendimiento promedio de la producción de follaje de cilantro para los niveles de los tres factores en estudio. Se aprecia que los más altos rendimientos se obtuvieron con la aplicación del riego al cilantro, cuando la tensión del suelo se encontraba a cuatro bares ( $R_1$ ), de igual manera estos rendimientos más altos se lograron con la aplicación de 80 ton/ha ( $E_2$ ) de estiércol, como se observa en las Figuras 4.6 a y b, respectivamente. Aunque no hubo diferencia significativa para el fertilizante enraizador, se presentó la gráfica 4.6 c, donde se puede constatar que los más altos rendimientos se lograron con la aplicación de 10 kg/ha de enraizador. Así pues, aunque no hubo diferencia significativa para ninguna de las características evaluadas de la planta en las interacciones, se observa que los mejores resultados se obtuvieron con las combinaciones

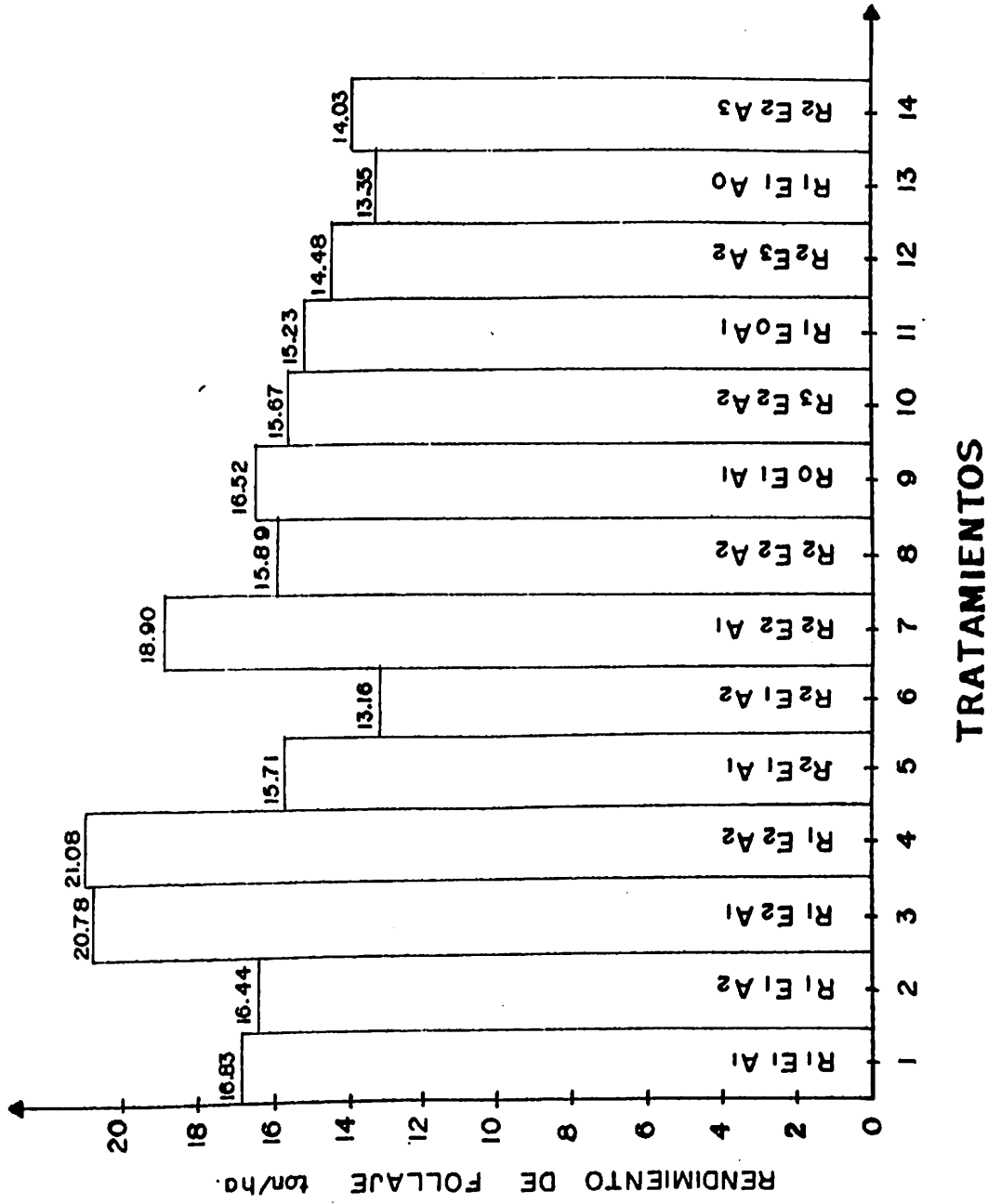


Figura 4.5 Rendimiento de la producción de follaje en cilantro por tratamiento. U.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

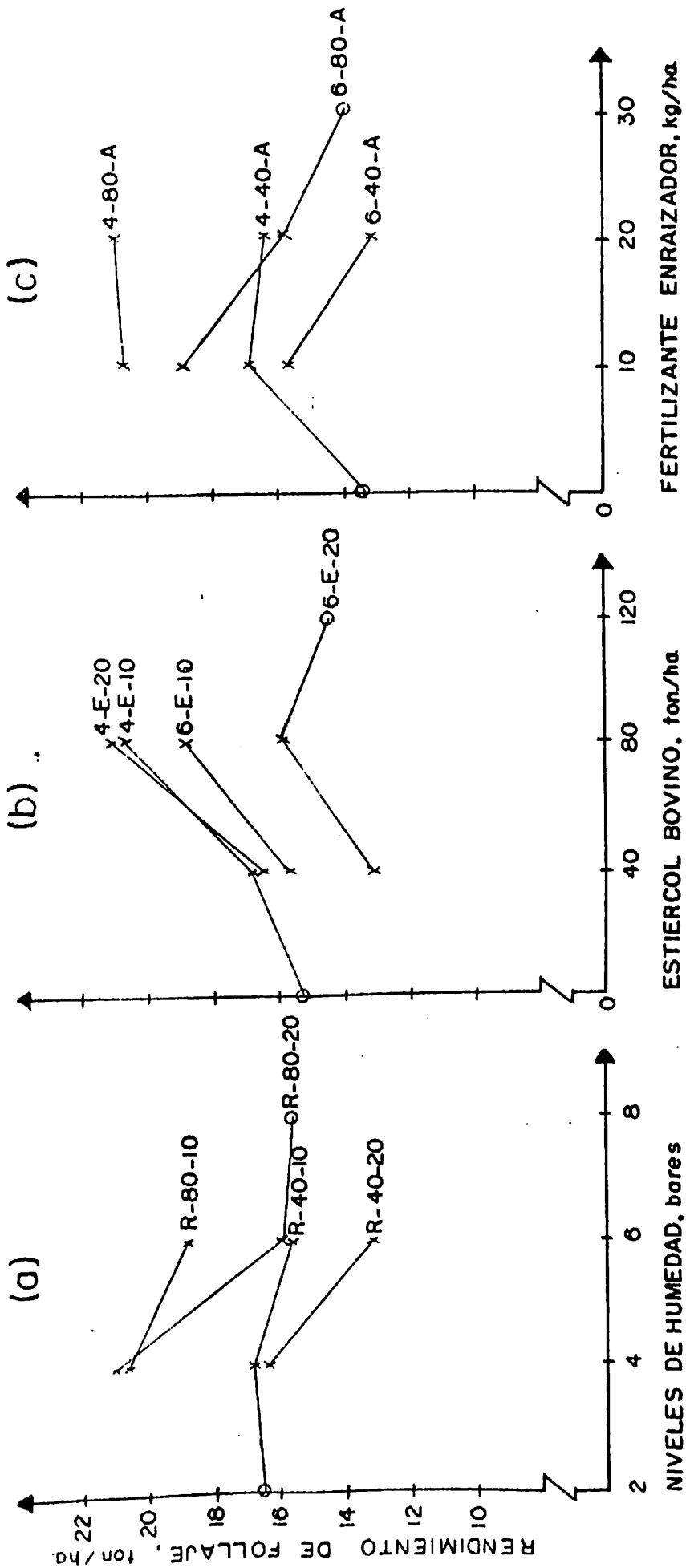


Figura 4.6. Rendimiento de la producción de follaje en cilantro para los tres factores en estudio. UAA.AN. Saltillo, Coah. Ciclo primavera, 1988.

de los niveles 4-80-10 y 4-80-20, como se aprecia en las gráficas para rendimiento.

#### Comportamiento de las Características del Suelo

En el Cuadro 4.7 se concentran las medias de cinco características del suelo analizadas estadísticamente, en el segundo muestreo de suelo.

Los cuadrados medios de los análisis estadísticos realizados para las características del suelo analizadas, se presentan en el Cuadro 4.8. Se observa que no hubo diferencia significativa en ningún análisis para densidad aparente. La densidad de sólidos presentó diferencia significativa en la interacción estiércol por humedad, también la hubo para el ajuste polinomial en los niveles de estiércol y altamente significativa en el efecto cuadrático para los niveles óptimos de humedad. Humedad a capacidad de campo presentó diferencia significativa en tratamientos, factor humedad; altamente significativa en la interacción humedad por estiércol; en el contraste de los niveles de humedad fue significativo; diferencia altamente significativa para el efecto cuadrático en los niveles óptimos de humedad y diferencia significativa para el efecto lineal en los niveles bajos de estiércol. El porcentaje de espacio poroso presentó diferencia significativa sólo para el efecto cuadrático de los niveles óptimos de estiércol. La materia orgánica indica diferencia significativa entre tratamientos y factor humedad, la interacción humedad por estiércol fue altamente significativa, el contraste entre los niveles de humedad resultó significativo, igualmente que el efecto cuadrático para los niveles óptimos; finalmente se encontró diferencia en el ajuste polinomial de grado tres para los

Cuadro 4.7. Concentración de medias de las características medidas en el suelo, último muestreo. UAAAN. Buena vista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988.

No.	Clave	Densidad aparente (g x cm <sup>-3</sup> )	Densidad de sólidos (g x cm <sup>-3</sup> )	Espacio poroso (%)	Porcentaje de humedad a capacidad de campo	Materia orgánica (%)	Microestructura (Coef. de dispersión %)
1	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	1.24	2.23	44.43	27.04	4.00	3.34
2	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1.25	2.28	45.08	26.59	3.73	1.25
3	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	1.21	2.29	44.92	28.60	4.34	7.94
4	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	1.21	2.18	44.60	28.52	4.85	4.18
5	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	1.22	2.23	45.03	27.07	3.73	3.34
6	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1.26	2.21	43.14	27.02	4.26	3.34
7	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	1.25	2.23	43.99	26.74	3.51	3.34
8	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	1.20	2.29	47.61	26.49	3.73	1.67
9	R <sub>0</sub> E <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	1.22	2.25	45.39	26.48	3.93	3.34
10	R <sub>3</sub> E <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	1.21	2.15	43.75	28.09	4.67	4.18
11	R <sub>1</sub> E <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	1.27	2.29	44.14	26.86	3.71	3.76
12	R <sub>2</sub> E <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	1.21	2.16	43.72	27.42	4.53	5.43
13	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	1.27	2.24	42.81	26.47	3.77	3.34
14	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	1.18	2.25	47.45	27.25	4.23	3.36

Cuadro 4.8. Cuadros medios del análisis de varianza de las características del suelo evaluadas en cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

Fuente de variación	Grados de libertad	Da	Características del Dr	Suelo PWcc	Ep	MO
B (Bloques)	2	0.00232	0.075134**	3.878659*	36.1805*	0.9773*
T (Trat. PPl)	13	0.00259	0.005834	1.587527*	5.9082	0.5105*
R (Humedad)	1	0.00027	0.002205	4.437600*	0.2166	1.0750*
E (Estiércol)	1	0.00427	0.001121	2.561067	4.3862	0.1873
RE	1	0.00082	0.017822*	7.085660**	4.3011	1.8150**
A (Enraizador)	1	0.00002	0.002522	0.264600	1.5606	0.3602
RA	1	0.00027	0.0000167	0.019267	0.7280	0.0988
EA	1	0.00327	0.0001602	0.011267	7.7976	0.0880
REA	1	0.00202	0.006534	0.117600	15.8437	0.4537
R (Bajo vs. óptimo)	1	0.00245	0.003094	3.12500*	0.5977	1.2482*
E (Bajo vs óptimo)	1	0.00125	0.001387	1.24820	0.4769	0.1058
A (Bajo vs óptimo)	1	0.00938	0.000242	0.06968	22.6240	0.0006
R (Efecto bajo) L	1	0.00000	0.000433	0.53000	0.1700	0.0600
C	1	0.00056	0.000041	0.14220	1.2429	0.0624
R (Efecto óptimo) L	1	0.00002	0.001350	0.26880	1.0837	0.0504
C	1	0.00014	0.030422**	6.6100**	23.5527	2.1150*
E (Efecto bajo) L	1	0.00735	0.01460	4.55880*	0.9283	0.5828
C	1	0.00001	0.000162	0.93800	0.0200	0.0007
E (Efecto bajo + efecto óptimo)	1	0.00282	0.021282+	0.24000	0.4931	0.8308+
E (Efecto óptimo) L	1	0.00245	0.004300	1.06580	34.9448*	0.1121
C	1	0.00107	0.022400	0.02407	7.6840	0.8800
A (Efecto bajo) L	1	0.00109	0.002773	0.52702	0.4705	0.1352
C	1	0.00735	0.001267	0.40042	17.9920	0.7704
A (Efecto óptimo) L	1	0.00045	0.000384	0.005477	7.1568	0.0383
C	1	0.003699	0.003328	0.71587	6.6717	0.1848
Error	26	4.95	2.78	3.11	5.78	10.56
CV (%)		1.229	2.227	27.188	44.719	4.07
Media General						

\*,\*\* Significancia al 5% y al 1% de probabilidad

+ Significancia al 5% al unir el efecto bajo y el óptimo

E (Efecto bajo + efecto óptimo): Unión significativa de los efectos bajos más los óptimos de estiércol

DA: Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)

Dr: Densidad de sólidos (g/cm<sup>3</sup>)

PWcc: Porcentaje de humedad a capacidad de campo

Ep: Espacio poroso (%)

MO: Materia orgánica (%)

niveles de estiércol, en materia orgánica.

Aunque no hubo diferencia significativa para densidad aparente, se graficaron los valores promedios para los niveles de estiércol, presentándose una ligera descendencia a medida que se incrementaron los niveles de estiércol, como se aprecia en la Figura 4.7a. Al hacer el ajuste polinomial de los niveles de estiércol en densidad de sólidos, se encontró diferencia significativa, como se aprecia en la Figura 4.7b, y como consecuencia a medida que se incrementan los niveles de estiércol, disminuye la densidad de sólidos.

En la Figura 4.7c, se observa que la humedad a capacidad de campo se incrementa con los niveles de estiércol hasta 80 ton/ha, igualmente es incrementada con los niveles óptimos de tensión en el suelo (baja humedad), como se aprecia en la Figura 4.7d. El espacio poroso fue incrementado al aplicar 80 ton/ha de estiércol, como se indica en la Figura 4.7f. En la prueba de infiltración se obtuvo una velocidad de infiltración básica de 0.1, 0.06, 0.04 y 0.07 cm/hr, para los niveles de estiércol 0, 40, 80 y 120 ton/ha, respectivamente. Lo que indica que la infiltración básica tuvo una ligera descendencia a medida que se incrementaron los niveles de estiércol, aunque para 120 ton/ha fue un poco mayor que para 40 y 80 ton/ha, como se observa en la Figura 4.8.

La Figura 4.9 a y b indican que la materia orgánica del suelo se incrementa con la aplicación de los niveles óptimos de tensión (menos humedad), igualmente es ascendente a medida que se incrementan los niveles de estiércol (Figura 4.9c). Es decir, que la materia orgánica fue menor con dos bares de tensión que cuando se aplicaron ocho bares.

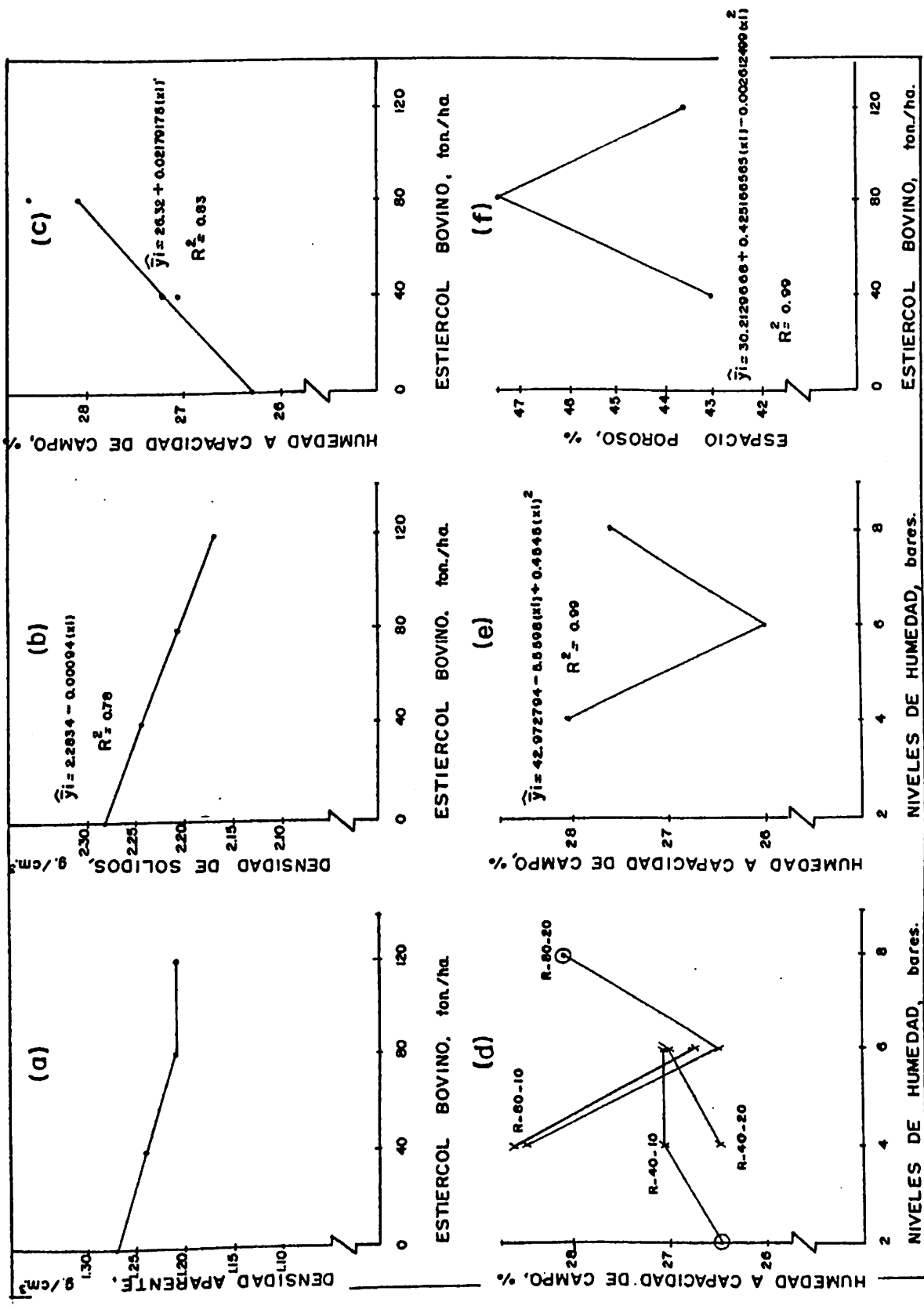


Figura. 4.7 Comportamiento de las características físicas del suelo analizadas estadísticamente, para los factores humedad y estiércol, U.A.A.N., Buenavista, Sañfillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.



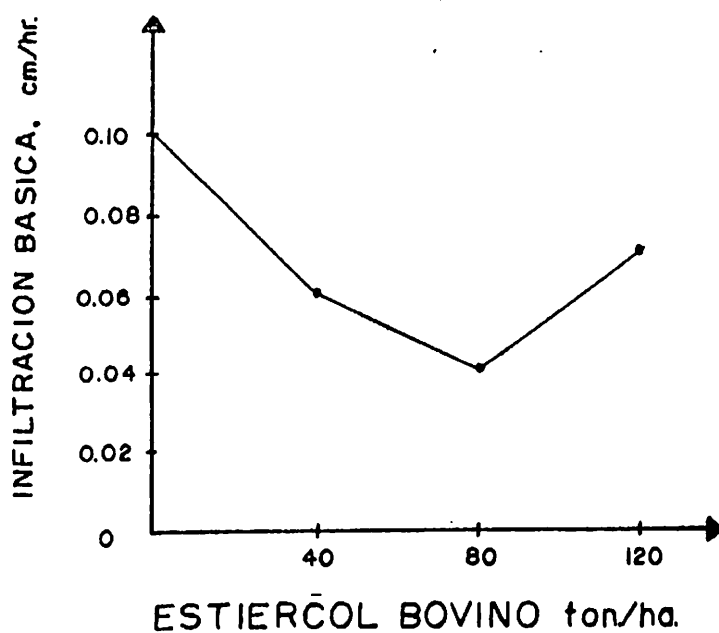


Figura 4.8. Infiltración básica para el suelo cuatro meses después de aplicado el estiércol utilizado en cilantro. U.AA.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

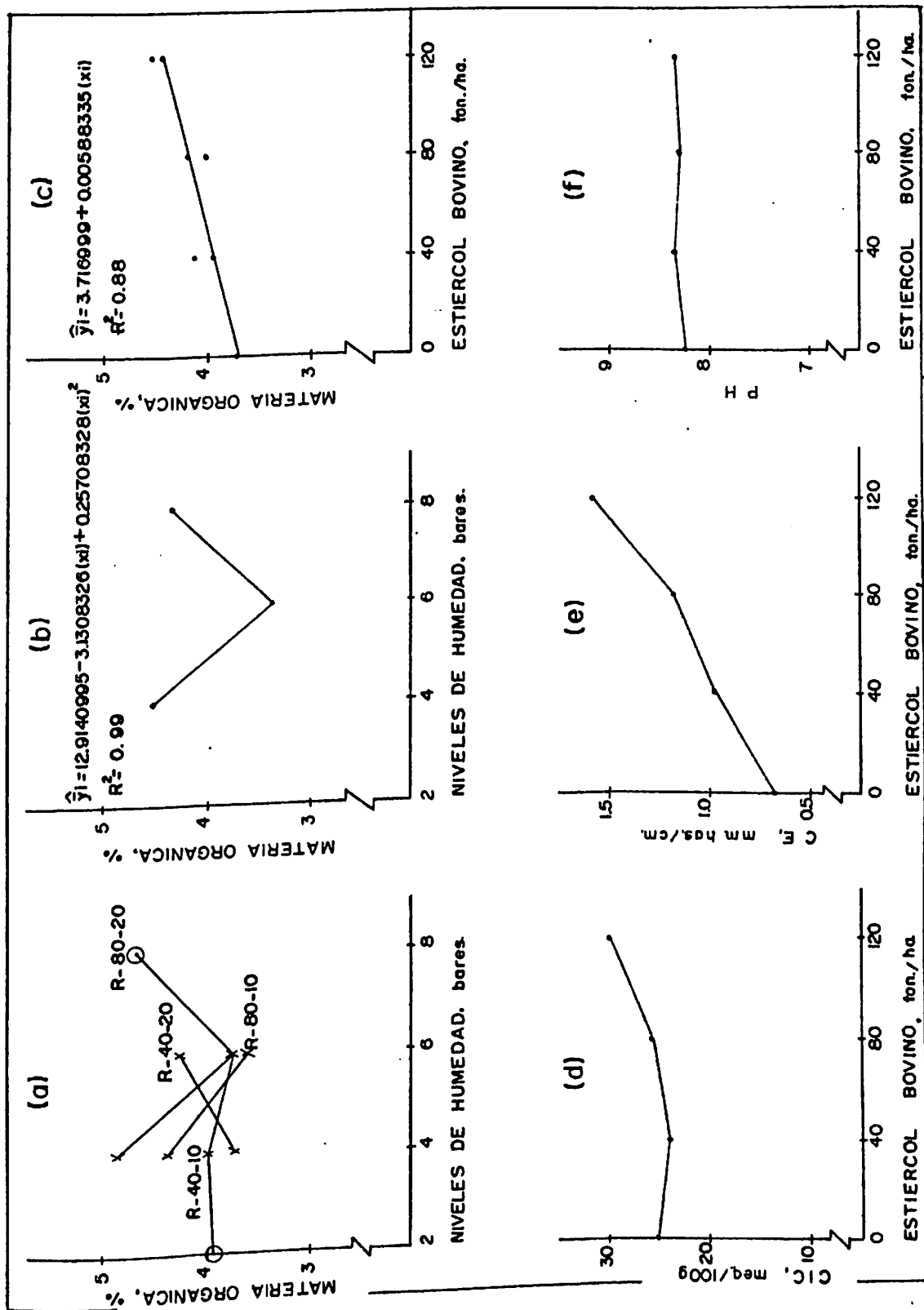


Figure. 4.9. Comportamiento de las características químicas del suelo evaluadas en el último muestreo en cianfro.

UAA.A.N. Buenavista, Saffrillo, Coahuila, Ciclo primavera 1988.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE) y pH, no se analizaron estadísticamente, pero se graficaron los resultados obtenidos de cuatro muestras compuestas correspondientes a los niveles de estiércol. Se aprecia en las Figuras 4.9 d y e que la CIC y la CE, presentaron tendencia ascendente con la aplicación de estiércol, mientras que el pH se mantuvo constante (Figura 4.9 f).

#### Correlaciones entre las Características Analizadas Estadísticamente de la Planta y el Suelo en el Segundo Muestreo

Los coeficientes de correlación de las características analizadas en la planta y el suelo en cilantro, se reportan en el Cuadro 4.9, en el mismo se indica significancia de asociación entre las características rendimiento con altura de planta, contenido relativo de agua (CRA) y humedad a capacidad de campo. Longitud de raíz con número de hojas, área foliar, materia seca de planta, humedad a capacidad de campo y materia orgánica. Área foliar con materia seca de planta. Altura de planta con materia seca de planta y humedad a capacidad de campo. Materia de planta con materia orgánica del suelo. Se indica también las fuertes significancias de asociación entre longitud de raíz y densidad de sólidos; número de hojas y área foliar; materia seca de planta y humedad a capacidad de campo; densidad aparente y espacio poroso; densidad de sólidos con humedad a capacidad de campo y materia orgánica; finalmente la humedad a capacidad de campo y materia orgánica.

#### Análisis Económico

Los factores humedad y estiércol bovino, dado que fueron los que resultaron significativos en la mayoría de las variables evaluadas, inclusive el rendimiento de follaje de cilantro, se sometieron a un

Cuadro 4.9. Coeficientes de correlación entre algunas variables agronómicas medidas en el último muestreo en cilandro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Rendimiento	1	0.123	-0.118	0.086	0.631*	0.399	0.653*	-0.272	-0.207	0.575*	0.213	0.101
2. Longitud de raíz	1	0.539*	0.635*	0.216	0.633*	-0.204	-0.374	-0.691**	0.539*	0.579*	-0.181	
3. Número de hojas	1	0.879**	0.317	0.396	0.116	-0.461	-0.229	0.041	0.284	0.198		
4. Area foliar	1	0.008	0.552*	0.054	-0.430	-0.248	0.121	0.234	0.336			
5. Altura de planta	1	0.602*	0.199	-0.201	-0.264	0.652*	0.314	-0.014				
6. Materia seca de planta	1	0.133	-0.436	-0.503	0.765**	0.628*	0.024					
7. Contenido relativo de agua	1	-0.296	-0.034	0.267	0.157	0.245						
8. Densidad aparente	1	-	-	-0.499	-0.527	-0.680**						
9. Densidad de sólidos	1	-0.734**	-0.802**	0.466								
10. Humedad a capacidad de campo	1	0.824**	0.101									
11. Materia orgánica	1	0.138										
12. Espacio poroso	1											

\*, \*\*: Significativo al 0.05 y al 0.01, respectivamente

análisis económico parcial, donde sólo se consideraron los costos variables para estos factores. Los costos variables son los que definen el mejor tratamiento desde el punto de vista económico (Perrin et al., 1976).

El análisis económico parcial se presenta en el Cuadro 4.10, para los factores humedad y estiércol en conjunto; ahí se reporta el ingreso total por hectárea obtenido por la venta de cilantro a \$ 800,000.00/ton. El costo del estiércol puesto en el campo fue de \$ 13,000.00/ton. Para el riego se consideró un rendimiento de superficie regada de tres hectáreas por jornal trabajando dos regadores.

En el Cuadro 4.11 se reporta el análisis marginal basado en los beneficios netos y costos totales variables de los tratamientos de humedad y estiércol. Los tratamientos  $R_1E_2$  y  $R_0E_1$  resultaron ser los mejores económicamente, con tasas de retornos marginales de 525.017 y 69.898 por ciento, respectivamente.

Cuadro 4.10.. Análisis económico parcial para los factores niveles de humedad y estiércol bovino en cilantro.

UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

No. Clave	Nivel	Rend. promedio de Ingreso		No. riego	-----Fuentes de Costos Variables -----			Costo total aplic. Costo total variables(\$/ha)		
		Total Ajustado (\$/ha)	total (\$/ha)		Costo Estiércol (ton/ha)	Costo (\$/ha)	Costo (\$/ha) e incorp.			
1	R <sub>0</sub> E <sub>1</sub>	2-40	15.20	12'160,000.00	6	32,004.00	40	520,000.00	35,000.00	587,004.00
2	R <sub>1</sub> E <sub>0</sub>	4-0	15.23	11'208,000.00	5	26,670.00	0	0	0	26,670.00
3	R <sub>1</sub> E <sub>1</sub>	4-40	15.54	11'440,000.00	5	26,670.00	40	520,000.00	35,000.00	581,670.00
4	R <sub>1</sub> E <sub>2</sub>	4-80	20.93	15'408,000.00	5	26,680.00	80	1'040,000.00	40,000.00	1'106,670.00
5	R <sub>2</sub> E <sub>1</sub>	6-40	14.44	10'624,000.00	4.83	25,763.22	40	520,000.00	35,000.00	580,763.22
6	R <sub>2</sub> E <sub>2</sub>	6-80	16.27	11'976,000.00	4.83	25,763.22	80	1'040,000.00	40,000.00	1'105,763.22
7	R <sub>2</sub> E <sub>3</sub>	6-120	14.48	10'656,000.00	4.83	25,763.22	120	1'560,000.00	45,000.00	1'630,763.22
8	R <sub>3</sub> E <sub>2</sub>	8-80	15.67	11'526,000.00	4	21,326.00	80	1'040,000.00	40,000.00	1'101,336.00

Costo del estiércol: \$ 13,000.00/ha, colocado en el campo

Costo por riego: \$ 15,334.00 (3 ha/jornal/2 hombres)

Cuadro 4.11. Análisis marginal de los tratamientos a base de humedad y estiércol bovino en cilantro. UAAAN.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

Tratamiento No. Clave	Beneficio neto (\$/ha)	Costo total variable (\$/ha)	Beneficio neto de tratamientos no dominados	Costos variables de tratamientos no dominados	Incremento marginal de beneficio neto	Incremento marginal de costos variables	Tasa de retorno marginal (%)
4 R <sub>1</sub> E <sub>2</sub>	14'301,330.00	1'106,670.00	14'301,330.00	1'106,670.00	2'728,334.00	519,666.00	525.017
1 R <sub>0</sub> E <sub>1</sub>	11'572,996.00	587,004.00	11'572,986.00	587,004.00	391.666.00	560,334.00	69,898
2 R <sub>1</sub> E <sub>0</sub>	11'181,330.00	26,670.00	11'181,330.00	26,670.00	-	-	-
6 R <sub>2</sub> E <sub>2</sub>	10'870,296.78	1'105,763.22D					
3 R <sub>1</sub> E <sub>1</sub>	10'858,330.00	581,670.00D					
8 R <sub>3</sub> E <sub>2</sub>	10'434,664.00	1'101,336.00D					
5 R <sub>2</sub> E <sub>1</sub>	10'043,236.78	580,763.22D					
7 R <sub>2</sub> E <sub>3</sub>	9'025,236.78	1'630,763.22D					

D = Tratamientos dominados

## CAPITULO 5

### DISCUSION

#### Humedad del Suelo

Los resultados indican que con la aplicación del riego cuando el suelo tenga la humedad a 30 cm de profundidad a una tensión de cuatro bares, se obtienen rendimientos significativos en la producción de follaje de cilantro; esta respuesta es similar a la reportada por Penka (1978) que menciona que el cilantro responde a la irrigación y está condicionado a la etapa de desarrollo del cultivo. Con esta tensión y al aplicar 80 ton/ha de estiércol bovino, se obtienen intervalos de riego de 16 días, después de la emergencia; resultados similares reporta Morales (1987), ya que en un suelo arcilloso y franco arcilloso aplicó cinco riegos durante un ciclo de 80 días en cilantro, con la aplicación de 40 y 80 ton/ha de estiércol bovino. Igualmente Khashmelmous (1984) menciona que no encontró diferencia significativa en rendimiento de semilla y de crecimiento en cilantro con riegos cada cinco, ocho, 11 y 14 días.

Los más altos rendimientos se obtuvieron con la combinación 4-80-10 y 4-80-20, sin embargo, dentro de una misma tensión (nivel de humedad) en el suelo, pero con diferentes niveles de estiércol, se obtuvo cambio en el intervalo de riego, lo que indica que el estiércol aumenta la retención de humedad, esta aserveración coincide con la mencionada por Rodríguez (1967), Castellanos (1985), Contreras (1985), Delgado (1987) y Narro (1987).



El hecho que los mejores rendimientos se obtuvieron con la humedad del suelo a cuatro bares de tensión, quizás se deba a que a dos bares se aplica demasiada agua, razón por la cual las plantas del cultivo presentaban un color amarillento; en cambio, a seis y ocho bares de tensión la humedad disponible para las plantas fue insuficiente para un buen crecimiento.

Características de las Plantas

Las variables medidas en las plantas presentaron respuestas significativas, tanto al riego como al estiércol; la respuesta para el fertilizante enraizador no fue significativa. En sentido general, los mejores resultados fueron para la aplicación de 80 ton/ha de estiércol bovino y la aplicación del riego cuando el suelo se encontraba con humedad a una tensión de cuatro bares a la profundidad de 30 cm. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Morales (1987) en cilantro.

Existen resultados importantes, tal es el caso de la materia seca de planta, área foliar y longitud de raíz, que presentaron ascendencia a medida que se incrementaron los niveles de estiércol. Esto es debido al aporte nutricional del estiércol a las plantas y al acondicionamiento del medio en el suelo donde crecen las raíces por parte del estiércol como lo indican Rodríguez (1967), Rico (1981), Castellanos (1985), Contreras (1985), Marchner (1986), Delgado (1987) y Narro (1987). Otros resultados relevantes son las significancias en el incremento de la longitud de raíz y disminución del contenido relativo de agua en las plantas a medida que disminuyó el contenido de humedad en el suelo. Se coincide con Garnier y Berger (1985) cuando indican que el contenido relativo de agua en la planta es una medida directa sobre

ésta, utilizada como indicador fisiológico del estrés de agua en muchas especies. El hecho que la longitud de raíces fue significativamente mayor a medida que disminuyó el contenido de humedad en el suelo, se debe a que las raíces se prolongan verticalmente hacia abajo en busca de humedad, cuando en la superficie del suelo la humedad es insuficiente.

En este estudio no se encontró respuesta significativa en longitud y materia seca de raíces al fertilizante enraizador aplicado. Estos resultados se contradicen con Rauch y Yamukawa (1980), Martínez (1985), Jusaitis (1986) y Delgado (1987) quienes indican que la longitud y densidad de raíces se incrementa con la aplicación de fitohormonas como las auxinas. No se obtuvo respuesta quizás porque las fitohormonas son reguladores de crecimiento que actúan en condiciones precisas, tales como dosis, etapa, forma y lugar de aplicación en la planta.

#### Rendimiento de la Producción de Follaje de Cilantro

Estos resultados señalan diferencia estadística significativa para los factores humedad y estiércol bovino, pero no para el fertilizante enraizador. Los más altos rendimientos se encontraron con la aplicación del riego, cuando la humedad del 0 a 30 cm de profundidad era de cuatro bares de tensión y con 80 ton/ha de estiércol bovino, estos rendimientos promedios fueron de 17.29 y 17.73 ton/ha, respectivamente. Los más altos rendimientos obtenidos con la aplicación de 80 ton/ha de estiércol coincide con lo señalado por Morales (1987), puede ser que se deba a los efectos benéficos del estiércol para el suelo y las plantas como lo indican Hafez (1974), Arkin y Taylor (1981), Rico (1981), Carrreón (1985), Narro (1987) y Vega (1987). En cambio, al aplicar 120 ton/ha, en la mayoría de las variables evaluadas produjo resultados

inferiores que al aplicar 80 ton/ha, puede ser que con 120 ton/ha se generen efectos tóxicos para las plantas del cultivo y sus reacciones químicas lo afecten negativamente.

Las combinaciones de los niveles que arrojaron los mejores rendimientos fueron: 4-80-10 y 4-80-20, con 20.78 y 21.08 ton/ha respectivamente. Esto indica que a pesar que no hubo diferencia significativa en las interacciones, los factores humedad y estiércol tienden a incrementar los rendimientos de follaje de cilantro cuando actúan en conjunto con sus niveles cuatro bares de tensión y 80 ton/ha, respectivamente. Con cuatro bares de tensión se aplicó una lámina total de 42.20 cm, esta cantidad de agua supera en 7.10 y 12.20 cm a la indicada como suficiente por Morales (1987) y Savchuk (1975) para obtener los mejores rendimientos en cilantro, pero hay que indicar que esos resultados fueron para siembra en época de invierno, donde la temperatura fue siempre menor de 18°C y el fotoperíodo corto, con los cuales se obtiene mayor rendimiento y mejor calidad de follaje y ciclo más largo del cultivo, resultados semejantes reportan Peneva y Krilov (1977), Putievsky (1983) y Lan et al. (1984). Además es de señalar que puede existir esa diferencia en lámina de agua aplicada por la alta evaporación durante el ciclo del cultivo de este estudio, la cual fue de un promedio diario de 0.65 cm.

#### Correlaciones entre las Características Analizadas de la Planta y del Suelo

Los resultados reportan que el rendimiento de follaje de cilantro está correlacionado con altura de planta, contenido relativo de agua (CRA) y porcentaje de humedad a capacidad de campo, este resultado

es cierto, puesto que aunque el órgano más importante en el consumo fresco de cilantro son las hojas, la altura de planta genera mayor peso fresco que las hojas, igualmente el CRA influye en el peso fresco de las plantas, ya que a mayor CRA habrá más agua en las plantas.

Se indica en los resultados que la longitud de raíz está correlacionada con la producción de número de hojas, área foliar y materia seca en la planta, lo que puede ser que el crecimiento de las raíces conlleva buen desarrollo en la planta como lo menciona Marschner (1986). Esta variable también está correlacionada con las características del suelo humedad a capacidad de campo y contenido de materia orgánica, quizás de ahí resulta el hecho que la longitud de raíz resultó significativa a los niveles de humedad y de estiércol estudiado, puesto que a mayor contenido de materia orgánica, hubo más humedad a capacidad de campo y a mayor dosis de estiércol, mayor contenido de materia orgánica.

La densidad aparente resultó altamente asociada con porcentaje de espacio poroso, lo que parece ser que la menor densidad aparente lograda con 80 ton/ha de estiércol conlleva el mayor porcentaje de espacio poroso también conseguido con 80 ton/ha de estiércol, estos resultados coinciden con los mencionados por Hafez (1974) que el estiércol decrece la densidad aparente, estabiliza agregados del suelo y por lo tanto mejora la porosidad del suelo.

La densidad de sólidos y humedad a capacidad de campo resultaron altamente correlacionadas con el contenido de materia orgánica, esta última resultó significativamente ascendente con la aplicación de estiércol y correlacionada con la materia seca de la planta, así pues, se puede mencionar que el estiércol está estrechamente relacionado con las

características del suelo e influye directa e indirectamente en el crecimiento de las plantas del cultivo de cilantro.

### Cambios Obtenidos en las Características Físicas y Químicas del Suelo

Estas características del suelo sufrieron cambios benéficos para el crecimiento del cultivo, por la incorporación del estiércol bovino. Estos efectos favorables del estiércol son mencionados por los autores como Williams y Cooke (1961), Hafez (1974), Carreón (1985), Castellanos (1985), Contreras (1985), Narro (1987) y Vega (1987):

El contenido de materia orgánica disminuyó con la aplicación de los niveles bajos de tensión (mayor número de riego y humedad) este resultado también lo obtuvo Vega (1987) en su trabajo de tesis. Esto puede ser debido a que a mayor contenido de humedad aunado a las ligeras - alzas de temperatura registradas, se den las condiciones propicias para la mayor descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos del suelo.

El porcentaje de humedad a capacidad de campo fue menor con los niveles bajos de tensión (mayor humedad), quizás debido a que el contenido de materia orgánica fue también menor a mayor contenido de humedad y éstos están correlacionados. Lo que indica que con el menor contenido de humedad se obtuvo más materia orgánica y humedad a capacidad de campo.

La densidad aparente y la de sólidos presentaron tendencia descendente conforme se incrementaron los niveles de estiércol, esto debido a la baja densidad de estiércol y al alto volumen que ocupa. La -

humedad a capacidad de campo y materia orgánica presentaron ascendencia quizás por la cantidad de residuos de alimentos (fibras) que contiene el estiércol de bovino, como lo indica Hafez (1974); lo que puede incrementar la capacidad de retención de humedad y a la vez puede ser descompuesta por los hongos y bacterias del suelo. La conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) presentaron tendencia ascendente; en el primer caso se coincide con algunos autores, entre ellos Castellanos (1985), esto se debe a las sales que contiene el estiércol; en el segundo caso se coincide con autores como Carreón (1985) y Vega (1987) que indican que la CIC es incrementada con la aplicación de estiércol, el incremento es consecuencia de la materia orgánica, la cual es un coloide del suelo. El pH se mantuvo constante, aun con la aplicación de estiércol; aunque el estiércol al principio de su aplicación tiende a elevar el pH y después de cierto tiempo a bajarlo, por los procesos químicos que se presentan durante su descomposición; el hecho que el pH se mantuviera constante quizás se debió a la capacidad amortiguadora del suelo.

#### Análisis Económico

El análisis económico indica que el mejor resultado se logró con el tratamiento R<sub>1</sub>E<sub>2</sub> (cuatro bares y 80 ton/ha de estiércol). Este fue el más rentable, con una tasa de retorno marginal de \$ 525.02 por ciento. También obtuvo Morales (1987) que al aplicar 80 ton/ha de estiércol, el cultivo de cilantro presentó mayor rendimiento y fue más rentable, esto señala que el estiércol de bovino puede ser utilizado en el cultivo de cilantro.

## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y a los objetivos planteados, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Para el factor humedad, los mejores resultados se obtuvieron con cuatro bares de tensión, con el cual se logró un buen desarrollo del cultivo, con un rendimiento promedio de follaje de cilantro de 17.29 ton/ha. El factor humedad presentó diferencias altamente significativas para las variables evaluadas de las plantas: peso fresco, altura de planta, contenido relativo de agua (CRA) y déficit de saturación de agua (DSA) y diferencias significativas para materia seca de planta, longitud de raíz y rendimiento de la producción de follaje de cilantro.
2. En relación al factor estiércol bovino, la mejor dosis fue 80 ton/ha, su rendimiento de follaje fue de 17.73 ton/ha. Con este factor se logró buen desarrollo de raíz y de follaje de cilantro; se obtuvo diferencias altamente significativas para las variables de las plantas: materia seca, altura de planta, CRA, DSA y diferencias significativas para área foliar, longitud de raíz y rendimiento de la producción de follaje.
3. Las interacciones no presentaron diferencias significativas

para las variables analizadas de las plantas. Sin embargo, - los más altos rendimientos de la producción de follaje se al canzaron con las interacciones  $R_1E_2A_1$  (4-80-10) y  $R_1E_2A_2$  - (4-80-20) con 20.78 y 21.08 ton/ha, respectivamente; con los cuales se da respuesta al segundo objetivo planteado.

4. La incorporación del estiércol bovino al suelo produjo cam - bios importantes en las características del suelo. La densi - dad de sólidos y humedad a capacidad de campo resultaron sig - nificativas, se logró descenso en la primera variable, al - igual que la densidad aparente y ascendencia para la segunda al incrementar los niveles de estiércol. El porcentaje de es pacio poroso resultó significativo para 80 ton/ha; la veloci - dad de infiltración logró un ligero descenso con la aplicación de estiércol hasta 80 ton/ha. La materia orgánica, CIC y CE presentaron ascencias conforme se incrementó el estiércol mientras que el pH se mantuvo constante.
5. El fertilizante enraizador sólo produjo diferencias signifi - cativas para las variables: número de hojas y CRA, en el se - gundo muestreo, para la dosis 10 kg/ha. La respuesta de desa - rrollo de raíz y del cultivo a este factor, fue muy limitada.
6. Existieron correlaciones significativas importantes entre las características de las plantas y del suelo como: rendimiento de follaje de cilantro con altura de planta; CRA y humedad - a capacidad de campo; longitud de raíz con número de hojas, área foliar, materia seca de planta, humedad a capacidad de campo y materia orgánica; densidad aparente con espacio -



poroso; densidad de sólidos y humedad a capacidad de campo -  
con materia orgánica y esta última con materia seca de plan-  
ta.

## CAPITULO 7

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, la cual está localizada a una altura de 1742 msnm, con una temperatura media anual de 19.8°C y una precipitación pluvial total anual media de 298.5 mm. Este estudio fue durante el ciclo agrícola de primavera de 1988. Para su establecimiento se partió de los objetivos indicados a continuación: determinar el mejor programa de riego y dosis de estiércol bovino para el cultivo de cilantro; incrementar el rendimiento de follaje de cilantro mediante la interacción de humedad, estiércol bovino y fertilizante enraizador; evaluar las características físicas del suelo con la aplicación de estiércol bovino y evaluar la respuesta del cilantro a cuatro dosis de auxinas con la aplicación de un fertilizante enraizador.

Los tratamientos se definieron en base a tres factores, los cuales fueron niveles de humedad, determinados en función de las tensiones del suelo a una profundidad de 30 cm, estos niveles fueron:  $R_0 = 2$ ,  $R_1 = 4$ ,  $R_2 = 6$  y  $R_3 = 8$  bares de tensión. Los demás factores fueron estiércol bovino con los niveles  $E_0 = 0$ ,  $E_1 = 40$ ,  $E_2 = 80$  y  $E_3 = 120$  ton/ha y fertilizante enraizador con las cuatro dosis siguientes:  $A_0 = 0$ ,  $A_1 = 10$ ,  $A_2 = 20$  y  $A_3 = 30$  kg/ha. El estiércol fue incorporado 36 días antes de la siembra, la cual se realizó el 22 de marzo y la cosecha el 15 de mayo de 1988.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con tres repeticiones, los tratamientos se diseñaron bajo una matriz Plan Puebla I, con ésta se logró reducir el total de tratamientos de 64 a 14. La unidad experimental fue de 6 m<sup>2</sup> (3m x 2m), en ésta se sembraron siete hileras de plantas separadas a 30 cm, de las cuales se cosechó un metro de largo de cada una de las tres centrales. Para analizar las características medidas tanto de la planta como del suelo, se hizo un análisis de varianza del diseño experimental, luego se analizaron los factores y sus interacciones a través de la prueba de Yates, inmediatamente se efectuaron contrastes de los niveles bajos contra los óptimos, según la distribución gráfica de la matriz Plan Puebla I, para cada factor, finalmente si los contrastes fueron significativos se ajustaba un polinomio de segundo grado, de lo contrario, se ajustaba tanto un polinomio de segundo como de tercer grado.

En los primeros 20 días después de la siembra, se aplicaron tres riegos a intervalos constantes de siete días para cada tratamiento y así poder lograr una buena emergencia. A partir de aquí se definieron los tratamientos para el factor humedad. Se practicaron dos muestreos de planta, en los cuales se midió peso fresco de planta, materia seca de planta, área foliar, número de hojas y contenido relativo de agua; en el segundo muestreo, además de esas variables, se midió longitud de raíz, materia seca de raíz, tasa de asimilación neta y rendimiento de follaje = de cilantro. El mayor rendimiento promedio de follaje de la producción se obtuvo con los tratamientos  $R_1E_2A_1$  y  $R_1E_2A_2$  con 20.78 y 21.08 ton/ha respectivamente. Para el estiércol el mejor resultado en todas las variables medidas se alcanzó con 80 ton/ha, su rendimiento promedio de follaje fue de 17.73 ton/ha. Para el factor humedad los mejores resultados se

lograron cuando la tensión del suelo fue de cuatro bares, con una lámina total aplicada de 42.23 cm en cinco riegos durante el ciclo y un rendimiento promedio de follaje de 17.29 ton/ha. Económicamente el tratamiento más rentable fue  $R_1E_2$ , es decir, cuatro bares de tensión y 80 ton/ha de estiércol, con un rendimiento promedio de 20.93 ton/ha y una tasa de retorno marginal de 525.02 por ciento.

La incorporación del estiércol bovino produjo cambios favorables en las características físicas y químicas del suelo, hubo descendencia de la densidad aparente y de sólidos conforme se incrementó la dosis de estiércol; la humedad a capacidad de campo, materia orgánica, CIC y CE - presentaron ascenso con la aplicación de estiércol; mientras que el pH - se mantuvo constante.

## LITERATURA CITADA

- Amruthavalli, S.A. 1978. Sex expression in Coriander (Coriandrum sativum L.). as affected by growth regulators. Current Science. 47(23): 929-930. Bangalore University, India.
- \_\_\_\_\_. 1979. Gibberellic Acid (GA<sub>3</sub>) induced enhancement in - flowering in bulgarian coriander in relation to changes in - carbohydrate metabolism. Current Science. 48(1):5-6. Bangalore, University, India.
- \_\_\_\_\_. 1980. Interaction of Gibberellic Acid (GA<sub>3</sub>) and benzyladenine (BA) on flowering and sex expression in bulgarian - coriander. Plant Physiology. 23(1):14-20. Bangalore University, India.
- Arkin, G.F. and H.M. Taylor. 1981. Modifying root environment to reduce crop stress. ASAE Monograph No. 4. St. Joseph, Michigan. pp.22 -25.
- Baver, L.D.; W.H. Garnier y W.R. Garnier. 1980. Física de suelos. UTHEA México, D.F. pp. 165-169.
- Carreón P., A. 1985. Efecto de seis mejoradores de suelo en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo alcalino. Tesis Maestría - UAAAN. Saltillo, Coah., México. pp. 69-70, 82-86.
- Castellanos R., J.Z. 1985. El medio ambiente físico del suelo y su modificación mediante la aplicación de materia orgánica. Sociedad - Mexicana de la Ciencia del Suelo, Delegación Laguna. Publicación No. 2. pp. 11-15, 21-24.
- Contreras N., M. 1985. Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de papa (Solanum tuberosum). Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila México. pp. 78-81.

- Chadwick V., A. and S.P. Burg. 1967. An explanation to the inhibition of root growth caused by Indole-3-acetic Acid. *Plant Physiol.* 42(1): 415-420. Miami, Florida.
- Clyde, D.D.; J. Bertini; R. Dmochowski and H. Koop. 1979. The vitamin A and C content for coriander and the variations in the loss of the latter with various methods of food preparation and preservation *Qualias Plantarum.* 28(4):317-322. Trinity University, San Antonio, Texas.
- Delgado I., R. 1987. Estudio del estiércol bovino, zinc y reguladores de crecimiento en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en Artega, Coah. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo. pp. 44-45, 79-80.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Americanos. 1985. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual No. 60. 6a. ed. Ed. Limusa. México. pp. 86-87.
- Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). 1980. Plant genetic resources-newsletter. Ed J.T. Williams and N. Murthi Anishe - tty. No. 44. p. 2.
- Garnier, G., and A. Berger. 1985. Testing water potential in peach trees as an indicator of water stress. *Journal of Horticultural Science.* 60(1):47-56. Montpellier, France.
- Hafez R., A.A. 1974. Comparative changes in soil-physical properties induced by admixtures of manures from various domestic animals. *Soil Sci.* 118(1):53-56. Davis, California.
- Jethani, I. 1982. Revised studies on the seed testing procedures of coriander. *Seed research.* 10(2):143-149. New Delhi, India.
- Jusaitis, M. 1986. Rooting of intact mung bean hypocotyls stimulated by auxin, ACC and temperature. *Hort. Sci.* 21(4):1024-1025. University of Adelaide, Australia.
- Khan, N.A.; F. Huq; M. Bergun and B. Hussain. 1982. Studies on Coriandrum sativum Linn. I. chemical investigation of the seed. *Journal of scientific and industrial research.* 17(3/4):172-177. Bangladesh.

- Kashmelmous, A.E. 1984. Effect of irrigation intervals on yield and quality of coriander. *Acta Horticulturae*. 143:347-351. Sennar, Sudan.
- Kuzina, E.F. 1973. The possibilities of extending coriander cultivation into more northerly regions. *Byulleten'vsesoyuznogo ordena, Lenina Instituta Rastenuvodstva Imeni N.L.* 32:60-64. Vavilova, -- Leningrad, USSR.
- Lan, Ch.W., K.F.; M.A. Busawon and Rajkomar. 1984. Foliage yield and bolting in coriander at different times of harvest. Technical bulletin. Ministry of Agriculture. Fisheries and Natural Resources. 4:24-27. Mauritius.
- Lawrence, B.M. 1981. Progress in essential oils. *Perfumer & Flavorist*. 6(6):43-48. Ludhiana, India.
- Leñano, F. 1973. Como se cultivan las hortalizas de hoja. Ed. Vecchi. Balmes, Barcelona, España. pp. 216-217.
- Li, Ch.C. 1967. Introducción a la estadística experimental. OMEGA. Barcelona, España. pp. 290-297.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. University of Holnheim. Federal Republic of Germany. pp. 429-430.
- Martínez, H.R. 1965. Efecto de varios productos auxínicos sobre el enraizamiento y desarrollo foliar en estacas de vid (Vitis vinifera L.). Tesis profesional ITESM. Monterrey, N.L., México. pp. 50-53.
- Mendoza H., J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la UAAAN. pp. 1-5.
- Morales M., A. 1987. Respuesta sobre el desarrollo y producción de follaje fresco de cilantro a programa de riego, fertilización nitrogenada y estiércol de bovino. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Coah., México. pp. 58-120.

- Narro F., E.A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. UAAAN. Saltillo, Coah., México. pp. 13-16.
- Ostle, B. 1983. Estadística aplicada. Ed. LIMUSA. México. p. 400
- Peneva P. and A. Krilov. 1977. The influence of ecological conditions - on the productividad of some russian coriander cultivars. Rastennicev. 'dni Nauki. 14(1):67-76. Sofia, Bulgaria
- Penka, M. 1978. Influence of irrigation on the contents of effective - substances in official plants. Acta Horticulturae. 73:181-198. Brno, Czechoslovakia.
- Pérez T., A. 1936. Cultivo de las plantas de hortalizas. Secretaría de Educación Pública. México. p. 97.
- Perrin, R.K.; D.I. Winkelman; D.R. Moscardi y J.R. Anderson. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. Folleto No. 27. CIMMYT. México, D.f. pp. 10-40.
- Putievsky, E. 1983. Effects of daylength and temperature on growth and - yield components of three seed spices. Division of Spices and Medicinal plants. Neve Ya'ar Post haifa. Journal of Horticultural Science. 58(2):271-275. Israel.
- Prakash, G., and N. Kumar. 1984. Sexual diversity in Coriandrum sativum L. Plant Cell Incompatibility Newsletter. 16:7-8. Meerut Univ. India.
- Rangel P., A.M. 1988. Influencia de la fertilización orgánica sobre las etapas fenológicas del sorgo para grano en Derramadero, Coah. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 22-26, 59.
- Rauch, F.D. and R.M. Yamakawa. 1980. Effects of auxin on rooting of Ixora acuminata. Horth. Sci. 15(1):97. University of Hawaii, Honolulu.



- Raymónd, D. 1982. Cultivo práctico de hortalizas. CECSA. México, D.F. p. 144.
- Rico, J.M. 1981. Estiércoles como aportadores de nitrógeno al suelo. Tesis profesional UANL. Monterrey, N.L., México. p. 18.
- Rodale, J.I. 1961. How to grow vegetables and fruits by the organic method (Ed.). Rodale Press. USA. pp. 876 -877.
- Rodríguez P., M.A. 1967. Efectos de las adiciones del estiércol vacuno sobre algunas propiedades físicas del suelo en el Valle de México. Tesis Maestría. Chapingo, México. 56 p .
- Savchuk, L.P. 1975. The effect of weather on coriander yield Trudy VNII. Efirnomaslich. Kul'tur. 8:196-202. Rusia.
- Srivastava, U.S. 1972a. Edaphic factors and wild of coriander. Indian - Phytopathology. 24(4):679-683.
- \_\_\_\_\_. 1972b. Effect of interaction of factors on wilt of coriander caused by Fusarium oxysporum Schelcht ex. Fr. Corianderii Kulfarni, Nikam & Joshi. Indian Journal of Agricultural - Sci. 42(7):618-621. Kota, Rajsthan, India.
- Steel D., R.G. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. McGraw-Hill de México. p. 196.
- Treviño R., A. 1987. Recursos de Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. p p. 144,, 158, 161-162.
- Trueba C., S. 1954. Hidráulica. CECSA. México, D.F. pp. 100-111.
- Turrent F., A. 1985. El método gráfico-estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. 2a. ed.No. 5. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 9-35.
- Turrent F., A. y R.J. Laird. 1985. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. 3a. ed. No. 1. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 1-20.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Depto. de Agrometeorología. 1988a. Boletín agrometeorológico. Vol. 7. Enero-Marzo, - p. 24.

---

\_\_\_\_\_. 1988b. Boletín agrometeorológico. Vol. 8. Abril-Mayo. pp 18-19.

Valdés R., J.U. 1985. Estudio fenológico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área correspondiente a Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. p. 24.

Vega S., P. 1987. Estudio comparativo de dos mejoradores del suelo en híbridos de maíz (Zea mays L.) bajo diferentes condiciones de humedad. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. pp. 59, 64-65, 70, 79, 132, 138.

Weglarz, Z. 1983. Attempts on raising the productivity of coriander (Coriandrum sativum L.) by using chlorocholine choride. Herba Polonica. 29(2):113-117. Warsaw, Poland.

Williams B., R.J. and G.W. Cooke. 1961. Some effects of farmyard manure and of grass residues on soil structure. Rothamsted. Soil Sci. - 92(1-6):30-38. Experimental Station, England.

A P E N D I C E

Cuadro 1A. Rendimiento de la producción de follaje de cilantro (ton/ha) por repetición. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

Trat.	R e p e t i c i o n e s			Total	Media
	I	II	III		
1	12.48	18.69	19.33	50.50	16.83
2	13.13	18.29	17.89	49.31	16.44
3	12.02	24.78	25.55	62.35	20.78
4	14.35	26.67	22.22	63.24	21.08
5	10.70	15.55	20.89	47.14	15.71
6	5.37	12.11	22.00	39.48	13.16
7	10.54	21.55	24.61	56.70	18.90
8	10.02	14.33	23.33	47.68	15.89
9	11.51	18.89	19.17	49.57	16.52
10	8.95	22.39	15.67	47.01	15.67
11	12.87	11.44	21.39	45.70	15.23
12	9.94	18.78	14.72	43.44	14.48
13	12.68	12.94	14.44	40.06	13.35
14	6.19	17.67	18.22	42.08	14.03
<b>Bloques</b>	<b>150.75</b>	<b>254.08</b>	<b>279.43</b>	<b>684.26</b>	<b>16.2919</b>

Cuadro 2A. Análisis de varianza del rendimiento de follaje de cilantro  
 UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Frequerida 0.05	0.01
Bloques (Rep)	2	663.767948	331.880	30.01**	3.37	5.53
Tratamientos	13	237.383648	18.2603	1.65NS	2.12	2.91
Error Exp.	26	287.497852	11.0576			
Total	41	1188.649448				

CV = 20.41

\*\* : Diferencia significativa al 0.01

Cuadro 3A. Prueba de Yates en el rendimiento para los primeros ocho tratamientos (2<sup>k</sup>) de la matriz PPI, para analizar los factores - principales y sus interacciones.

Trat	Rend. total (Ton/ha)	Notación de Yates	Método de Yates			Sc	Fc	F	
			(1)	(2)	(3)			0.05	0.01
1	50.50	[1]	+ 99.81	+225.40	+416.30	-	-	-	-
2	49.31	[a]	+125.59	+190.90	- 17.08	12.155	1.09	4.22	7.72
3	62.35	[e]	+ 86.62	- 0.30	+ 43.44	78.626	7.11*	"	"
4	63.24	[ae]	+104.28	- 16.78	+ 0.62	0.016	0.002	"	"
5	47.14	[r]	- 1.19	+ 25.78	- 34.50	49.594	4.49*	"	"
6	39.48	[ra]	+ 0.89	+ 17.66	- 16.48	11.316	1.02	"	"
7	56.70	[rb]	- 7.66	+ 2.08	- 8.12	2.747	0.25	"	"
8	47.68	[rba]	- 9.12	- 1.46	- 3.54	0.522	0.05	"	"

\*: Diferencia significativa al 0.05

a: Fertilizante enraizador

e: Estiércol bovino

r: Humedad

$$SC = \frac{(3)^2}{2^k \text{ rep.}}$$



Cuadro 5A. Ejemplo de ajuste polinomial de segundo grado para cada factor estudiado, en rendimiento de folla je de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, coahuila. Ciclo primavera, 1988.

1. Niveles bajos de humedad			
Niveles			
	2	4	6
Efectos	49.57	50.50	47.14
Lineal	- 1	0	+ 1
Cuadrático	+ 1	- 2	+ 1
	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$
	- 2.43	- 4.29	
	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$
	3 x 2 = 6	3 x 6 = 18	
	$\frac{(\Sigma C_k y_i)^2}{r \Sigma C_k^2} = SC\ Ef.$		$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$
	0.98	1.022	0.53 NS
			0.093 NS
			4.22
			"
			7.72
			"
			0.05
			0.01
			0.05
			0.01

2. Niveles óptimos de humedad			
Niveles			
	4	6	8
Efectos	63.24	47.68	47.01
Lineal	- 1	0	+ 1
Cuadrático	+ 1	- 2	+ 1
	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$
	- 16.22	14.89	
	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$
	3(2) = 6	3(6) = 18	
	$\frac{(\Sigma C_k y_i)^2}{r \Sigma C_k^2} = SC\ Ef.$		$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$
	43.902	12.317	3.97 NS
			1.12 NS
			4.22
			"
			7.72
			"
			0.05
			0.01

3. Niveles bajos de estiércol			
Niveles			
	0	40	80
Efectos	45.70	50.50	62.35
Lineal	- 1	0	+ 1
Cuadrático	+ 1	- 2	+ 1
	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$
	16.65	7.05	
	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$
	3(2) = 6	3(6) = 18	
	$\frac{(\Sigma C_k y_i)^2}{r \Sigma C_k^2} = SC\ Ef.$		$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$
	46.204	2.760	4.18 NS
			0.25 NS
			4.22
			"
			7.72
			"
			0.05
			0.01

4. Niveles óptimos de estiércol			
Niveles			
	40	80	120
Efectos	39.48	47.68	43.44
Lineal	- 1	0	+ 1
Cuadrático	+ 1	- 2	+ 1
	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$	$\Sigma C_k y_i$
	3.96	- 12.44	
	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$	$r \Sigma C_k^2$
	3(2) = 6	3(6) = 18	
	$\frac{(\Sigma C_k y_i)^2}{r \Sigma C_k^2} = SC\ Ef.$		$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$
	2.614	8.597	0.24 NS
			0.78 NS
			4.22
			"
			7.72
			"
			0.05
			0.01





Cuadro 6A. Ejemplo de ajuste polinomial de tercer grado para cada factor estudiado; en rendimiento de follaje de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988

1. Niveles de humedad									
-----N i v e l e s -----									
	2	4	6	8					
Efectos	49.57	56.87	47.41	47.01	$\Sigma Ck_i y_i$	$r \Sigma Ck_i^2$	$(\frac{\Sigma Ck_i y_i}{r \Sigma Ck_i^2})^2 = SC\ Ef.$	$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$	$F_{\alpha}$
Lineal	- 3	- 1	+ 1	+ 3	-17.14	3(20)=60	4.896	0.443 NS	4.22
Cuadrático	+ 1	- 1	- 1	+ 1	- 7.70	3(4) =12	4.941	0.447 NS	"
Cúbico	- 1	+ 3	- 3	+ 1	25.82	3(20)=60	11.058	1.000 NS	"

2. Niveles de estiércol bovino									
-----N i v e l e s -----									
	0	40	80	120					
Efectos	45.70	44.99	55.02	43.44	$\Sigma Ck_j y_i$	$r \Sigma Ck_j^2$	$(\frac{\Sigma Ck_j y_i}{r \Sigma Ck_j^2})^2 = SC\ Ef.$	$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$	$F$
Lineal	- 3	- 1	+ 1	+ 3	3.245	3(20)=60	0.18	0.02 NS	4.22
Cuadrático	+ 1	- 1	- 1	+ 1	-10.865	3(4) =12	9.84	0.89 NS	"
Cúbico	- 1	+ 3	- 3	+ 1	-32.335	3(20)=60	17.43	1.58 NS	"

3. Niveles de fertilizante enraizador									
-----N i v e l e s -----									
	0	10	20	30					
Efectos	40.06	53.60	48.49	42.08	$\Sigma Ck_l y_l$	$r \Sigma Ck_l^2$	$(\frac{\Sigma Ck_l y_l}{r \Sigma Ck_l^2})^2 = SC\ Ef.$	$F_c = \frac{SC\ Ef.}{CME}$	$F$
Lineal	- 3	- 1	+ 1	+ 3	0.95	3(20)=60	0.015	0.0014NS	4.22
Cuadrático	+ 1	- 1	- 1	+ 1	-19.95	3(4) =12	33.17	2.9991NS	"
Cúbico	- 1	+ 3	- 3	+ 1	17.35	3(20)=60	5.02	0.4537NS	"

Cuadro 7A. Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo sin estiércol, 10 días después de la cosecha del cultivo de cilantro.UAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, 1988

Número de observación	Hora de lectura	Intervalo		Lámina infiltrada		VI (cm/hr)	$\bar{VI}$ (cm/hr)
		de tiempo (min)	adumulado (min)	en intervalo (cm)	acumulada (cm)		
1	12:48	-	-	-	-	-	-
2	12:50	2	2	0.90	0.90	27.00	27.00
3	12:52	2	4	0.60	1.50	18.00	22.50
4	12:54	2	6	0.50	2.00	15.00	20.00
5	12:56	2	8	0.40	2.40	12.00	18.00
6	13:01	5	13	0.95	3.35	11.40	15.46
7	13:06	5	18	0.65	4.00	7.80	13.33
8	13:11	5	23	0.90	4.90	10.80	12.78
9	13:16	5	28	0.75	5.65	9.00	12.11
10	13:21	5	33	0.65	6.30	7.80	11.45
11	13:31	10	43	1.15	7.45	6.90	10.39
12	13:41	10	53	1.50	8.95	9.00	10.13
13	13:51	10	63	1.05	10.00	6.30	9.52
14	14:01	10	73	1.00	11.00	6.00	9.04
15	14:11	10	83	1.05	12.05	6.30	8.71
16	14:21	10	93	1.00	13.00	5.70	8.39

VI: Velocidad de infiltración

$\bar{VI}$ : Velocidad de infiltración media

Cuadro 8A. Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo con 40 ton/ha de estiércol bovino, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera, - 1988.

Número de observación	Hora de lectura	Intervalo de tiempo (mm)	Tiempo acumulado (min)	Tiempo promedio (min)	Lámina infiltrada de intervalo (cm)	Lámina infiltrada acumulada (cm)	VI (cm/hr)	$\bar{VI}$ (cm/hr)
1	11:54'50"	-	-	-	-	-	-	-
2	11:56'33"	1.72	1.72	0.86	1	1	34.88	34.88
3	11:59'49"	3.27	4.99	3.35	1	2	18.35	24.05
4	12:50'12"	4.38	9.37	7.18	1	3	13.70	19.21
5	12:11'38"	6.43	15.80	12.58	1	4	9.33	15.19
6	12:18'19"	6.69	22.49	19.14	1	5	8.97	13.34
7	12:27'20"	9.00	31.49	26.99	1	6	6.67	11.43
8	12:37'46"	10.44	41.93	36.71	1	7	5.75	10.02
9	12:47'23"	9.61	51.54	46.73	1	8	6.24	9.31
10	12:59'09"	11.77	63.31	57.42	1	9	5.10	8.53
11	13:09'25"	9.42	72.73	68.02	1	10	6.37	8.25
12	13:21'20"	11.91	84.64	78.68	1	11	5.04	7.80
13	13:31'00"	9.67	94.31	89.47	1	12	6.20	7.63
14	13:43'25"	12.42	106.73	100.52	1	13	4.83	7.31
15	13:53'00"	9.58	116.31	111.52	1	14	6.26	7.22
16	14:04'00"	11.00	127.31	121.81	1	15	5.45	7.07
17	14:16'40"	12.66	139.97	133.64	1	16	7.74	6.86
18	14:26'45"	10.08	150.05	145.01	1	17	5.95	6.80
19	14:40'00"	13.25	163.30	156.67	1	18	4.52	6.61
20	14:50'54"	10.90	174.20	168.75	1	19	5.50	6.54
21	15:01'50"	10.93	185.13	179.66	1	20	5.50	6.48

$\bar{VI}$ : Velocidad de infiltración

$\bar{\bar{VI}}$ : Velocidad de infiltración media

Cuadro 9A. Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo, con 80 ton/ha de estiércol bovino, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988.

Número de observación	Hora de lectura	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Tiempo promedio (min)	Lámina infiltrada en intervalo (cm)	Lámina infiltrada acumulada (cm)	VI (cm/hr)	$\bar{VI}$ (cm/hr)
1	8:04	-	-	-	-	-	-	-
2	8:06	2	2	1.0	1.40	1.40	42.00	42.00
3	8:08	2	4	3.0	0.75	2.15	22.50	32.25
4	8:12	4	8	6.0	0.30	2.45	4.50	18.37
5	8:16	4	12	10.0	0.25	2.70	3.75	13.50
6	8:20	4	16	14.0	0.60	3.30	9.00	12.37
7	8:23	3	19	17.5	0.50	3.80	10.00	12.00
8	8:33	10	29	24.0	1.00	4.80	6.00	9.93
9	8:43	10	39	34.0	0.70	5.50	4.20	8.46
10	8:53	10	49	54.0	0.60	6.10	3.60	7.47
11	9:03	10	59	64.0	0.70	6.80	4.20	6.91
12	9:13	10	69	74.0	0.80	7.60	4.80	6.61
13	9:28	15	84	76.5	0.60	8.20	2.40	5.86
14	9:43	15	99	91.5	1.25	9.45	5.00	5.73
15	9:58	15	114	106.5	0.75	10.20	3.00	5.37
16	10:13	15	129	121.5	0.80	11.00	3.20	5.12
17	10:28	15	144	136.5	0.95	11.95	3.80	4.98
18	10:43	15	159	151.5	0.85	12.80	3.40	4.83
19	10:58	15	174	166.5	0.80	13.60	3.20	4.69

VI: Velocidad de infiltración

$\bar{VI}$ : Velocidad de infiltración media

Cuadro 10A. Planilla de datos de velocidad de infiltración para el suelo con 120 ton/ha de estiércol bovino, 10 días después de la cosecha de cilantro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Ciclo primavera 1988.

Número de observación	Hora de lectura	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Tiempo promedio (min)	Lámina infiltrada en intervalo (cm)	Lámina infiltrada acumulada (cm)	VI (cm/hr)	$\bar{VI}$ (cm/hr)
1	8:27	-	-	-	-	-	-	-
2	8:29	2	2	1.0	1.40	1.40	42.0	42.0
3	8:31	2	4	3.0	1.00	2.40	30.0	36.0
4	8:35 (8:36)	4	8	6.0	0.90	3.30	13.5	24.75
5	8:40	4	12	10.0	0.40	3.70	6.0	18.50
6	8:50	10	22	17.0	1.30	5.00	7.8	13.64
7	9:00	10	32	27.0	0.95	5.95	5.7	11.16
8	9:10	10	42	37.0	0.85	6.80	5.1	9.71
9	9:20	10	52	47.0	0.80	7.60	4.8	8.77
10	9:30	10	62	57.0	0.90	8.50	5.4	8.23
11	9:45	15	77	69.5	0.95	9.45	3.8	7.36
12	10:00	15	92	84.5	1.35	10.80	5.4	7.04
13	10:15	15	107	99.5	1.10	11.90	4.4	6.67
14	10:30	15	122	114.5	1.10	13.00	4.4	6.39
15	10:45	15	137	129.5	1.25	14.25	5.0	6.24
16	11:00	15	152	114.5	1.00	15.25	4.0	6.02
17	11:15	15	167	159.5	1.00	16.25	4.0	5.84
18	11:30	15	182	174.5	0.80	15.05	3.2	5.62
19	11:45	15	197	189.5	1.20	18.25	4.8	5.56
20	12:00	15	212	204.5	1.20	19.45	4.8	5.50
21	12:15	15	227	219.5	1.20	20.65	4.8	5.46

VI: Velocidad de infiltración

$\bar{VI}$ : Velocidad de infiltración media

Cuadro 11A. Velocidad de infiltración ajustada (cm/hr) para los niveles del factor estiércol bovino. UAAAN. Buenavista, Saltillo, - Coahuila. Ciclo primavera, 1988.

No.	Sin estiércol	----Estiércol bovino (ton/ha)----		
		40	80	120
1	-	-	-	-
2	7.29	6.83	5.98	8.89
3	4.21	2.80	3.24	4.88
4	3.06	1.65	1.75	2.68
5	2.44	1.07	1.22	1.89
6	1.66	0.79	0.95	1.12
7	1.28	0.60	0.82	0.81
8	1.06	0.47	0.56	0.64
9	0.91	0.40	0.43	0.53
10	0.80	0.33	0.35	0.46
11	0.65	0.30	0.30	0.38
12	0.55	0.26	0.26	0.32
13	0.48	0.24	0.22	0.28
14	0.42	0.22	0.19	0.25
15	0.38	0.20	0.17	0.23
16	0.35	0.19	0.14	0.21
17		0.17	0.12	0.19
18		0.16	0.11	0.18
19		0.15		0.17
20		0.14		0.16
21		0.14		0.15
K	12.60	10.758	11.040	16.20
N	-0.79	-0.837	-0.885	-0.865
a	0.21	0.163	0.115	0.135
C(cm)	1.00	1.100	1.600	2.00
IB	0.10	0.060	0.04	0.07

- 1. 120 ton./ha.
- 2. 0 ton./ha.
- 3. 80 ton./ha.
- 4. 40 ton./ha.

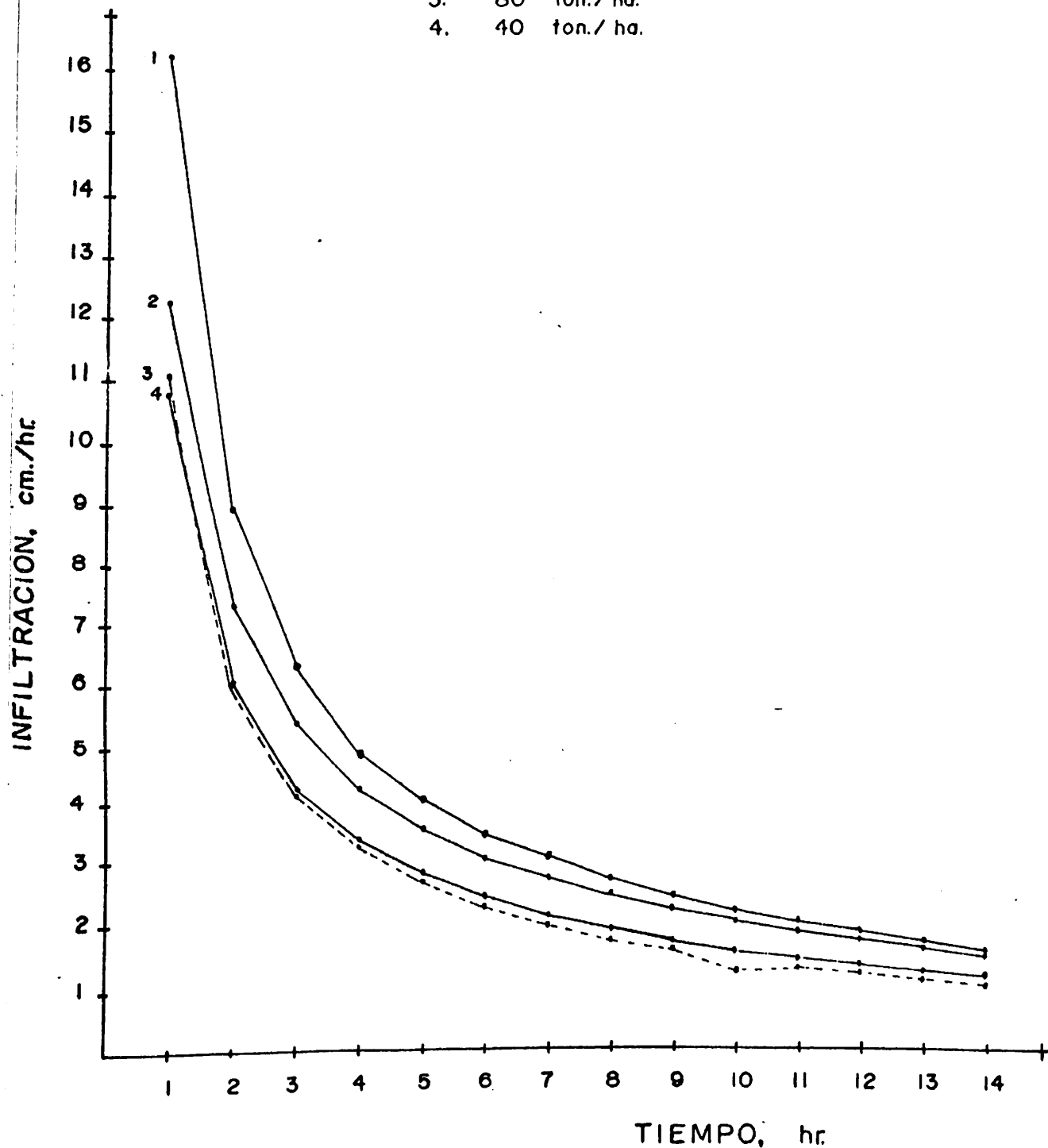


Figura. I. A. Velocidad de infiltración del suelo franco arcilloso cuatro meses después de ser tratado con estiércol bovino utilizado en cilantro. U.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Ciclo primavera, 1988.