

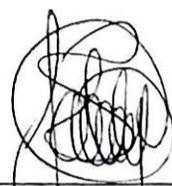
Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS

COMITE PARTICULAR



Asesor principal:



Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina

Asesor:

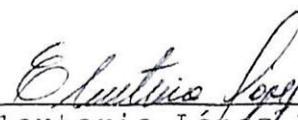


Ph.D. Eduardo A. Narro Farías

Asesor:



Ing. M.C. Alfredo Sánchez López



Dr. Eleuterio López Pérez
Universidad Autónoma Agraria
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTE
Buenavista, Saltillo, Coahuila. Agosto 1989

AGRADECIMIENTO

Al Gobierno de México que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro hicieron posible mis estudios de Postgrado al apoyarme en lo referente al financiamiento económico.

Mi más sincero agradecimiento por la asesoría, orientación y dedicación para la realización - del presente trabajo a los profesores: Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina, Ph.D. Eduardo A. Narro Farías, Ing. M.C. Alfredo Sánchez López, - Ing. M.Sc. Jesús N. Yañez Reyes.

A Leticia Ayala López, por su trabajo mecanográfico.

A quienes contribuyeron con esta etapa de mi - preparación, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Por el incalculable valor que representan en mi
vida:

Con cariño y respeto a mis padres, especialmente
a mi madre, por el gran ejemplo que nos dejó

Ing. Manuel Narro González

Sra. Oralia Céspedes Guillén (+)

A mis hermanos: Rosa Idalia
 Manuel
 Sergio
 José

A mi familia:

A las personas que estuvieron conmigo para
infundirme el aliento suficiente para seguir
superándome.

COMPENDIO

Acolchado de Suelos, Fertilización y
Programas de Riego en el Cultivo de
Pepino Pickle (Cucumis sativus L.)

POR

ANTONIO NARRO CESPEDES

MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS

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

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

Palabras clave: Pepino, acolchado de suelo, programas de riego, fertilización nitrogenada y potásica, número de frutos, rendimiento total de pepino pickle, estabilidad de agregados.

En el Rancho San Simón, del Municipio de Ramos Arizpe Coahuila, en el ciclo agrícola otoño-invierno de 1986, se evaluó el acolchado de suelo, fertilización y programas de riego en el cultivo de pepino pickle (Cucumis sativus L.), híbrido Regal F , formando 12 tratamientos en estudio.

El acolchado de suelos con polietileno negro redujo la densidad aparente y las variaciones de humedad, incrementó la estabilidad de agregados y la temperatura del suelo.

Los tratamientos acolchados fueron más precoces en emergencia y floración, incrementando la longitud de plantas, número de hojas, materia seca, rendimiento total y número de frutos total de pepino pickle.

Se incrementó la concentración de fósforo, potasio y decreció el nitrógeno en las hojas después del primer corte de pepino pickle en los tratamientos con mejores rendimientos por hectárea. Se vió que al aumentar el nivel fósforo, zinc y cobre en las hojas, se incrementa la longitud de plantas y el rendimiento total de pepino pickle.

La estabilidad de los agregados incrementó el rendimiento promedio de pepino pickle, la longitud de plantas, el número de hojas y el porcentaje de humedad, disminuyendo la densidad aparente. Entre mayor es la longitud de plantas, se incrementa el número de hojas y la materia seca, pero disminuye la densidad aparente.

Entre menor es la densidad aparente mayor se presenta el porcentaje de humedad.

Al aumentar la materia seca se incrementa el rendimiento.

El número de frutos es lo que más explica el rendimiento.

ABSTRACT

Soil Mulching, Fertilization and Irrigation Programs
in Pickle Cucumber (Cucumis sativus L.) Growing

BY

ANTONIO NARRO CESPEDES

MASTER OF SCIENCE

SOIL

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

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

Key words: cucumber, soil mulching, irrigation programs, N and K fertilization, total yield of pickle cucumber, agregates stability.

In Saint Simon Ranch, Ramos Arizpe, Coahuila, Mexico, during Autum-Winter 1986 agricultural cycle, twelve different treatments including soil mulching, fertilization and irrigation programs were evaluated in relation to hibrid Regal F pickle cucumber (Cucumis sativus L.) production.

Black polietilene mulching treatment reduced aparent density and soil moisture variations, but increased soil agregate stability and maintained a higher soil temperature.

Mulching treatments resulted in earlier emergency - and earlier bluming, producing larger plants, more leaves - per plant, higher content of dry matter, higher total yield and more cucumber fruit per treatment.

After the first crop, leaves of plants pertaining to treatments which produced the highest yield showed higher P and K concentration and a lower N concentration. It was - observed a relationship between higher concentration of P. Zn and Cu in leaves with larger plants and increased total - yield of pickle cucumber fruit.

Agregates stability increased cucumber average yield, lenght of plants, leaves per plant and moisture percentage, and at the same time decreased apparent density. As lenght of plant increases, the number of leaves and dry matter - contents increases but apparent density decreases.

It was observed that soil samples with lower apparent density had a higher moisture percentage.

As dry matter content increases, yield increases, too

Fruit number was the main factor affecting yield.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INTRODUCCION	1
✓HIPOTESIS	3
OBJETIVOS	4
REVISION DE LITERATURA	5
EL ACOLCHADO DE SUELO CON PELICULAS PLASTI- CAS	5
✓EFECTOS DEL ACOLCHADO	6
COMPORTAMIENTO ESPECTROMETRICO DE - LAS PELICULAS PLASTICAS	8
✓ACOLCHADO DE SUELO, MANEJO DE AGUA Y NUTRICION DE CULTIVOS HORTICOLAS	9
BALANCE TERMICO DEL CULTIVO DE PEPI- NO	13
BALANCE DE LUZ DEL CULTIVO DE PEPI- NO	15
PROGRAMACION DEL RIEGO EN BASE A ETA- PAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO	17
BALANCE DE HUMEDAD DEL PEPINO	19
INFLUENCIA DE LA PROGRAMACION DEL - RIEGO EN LA NUTRICION DEL CULTIVO	20
✓SUELO	36
BALANCE NUTRICIONAL	37
INFLUENCIA DE LA NUTRICION EN CULTI- VOS HORTICOLAS	40
MATERIALES Y METODOS	44
LOCALIZACION Y CARACTERIZACION DEL LOTE EX- PERIMENTAL	44
✓SUELO	44
AGUA	47
✓CLIMA	51
✓PRACTICAS AGRICOLAS	56
SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO	57
PRACTICAS CULTURALES	57
EVALUACION DE LOS TRATAMIENTOS	57
COMPORTAMIENTO HIDRICO EN EL SUELO	58
VARIABLES MEDIDAS A LA PLANTA	58
METODOS ESTADISTICOS	59
RESULTADOS Y DISCUSION.	61
VARIABLES MEDIDAS AL SUELO	61
✓DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	61
ESTABILIDAD DE AGREGADOS	65

	Página
TEMPERATURA DEL SUELO	70
VARIABLES MEDIDAS A LA PLANTA	74
PRECOCIDAD A EMERGENCIA	74
PRECOCIDAD A FLORACION	76
LONGITUD DE PLANTAS	77
NUMERO DE HOJAS	79
MATERIA SECA	82
ANALISIS FOLIAR Y BROMATOLOGICO	86
RENDIMIENTO	90
INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS -	
EVALUADAS AL SUELO Y PLANTA SOBRE -	
LA PRODUCCION	98
CONCLUSIONES	100
RESUMEN	103
BIBLIOGRAFIA	106
APENDICE A.	114
APENDICE B.	117

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
2.1	Efectos del acolchado	7
3.1	Características químicas del sitio experi - mental	46
3.2	Características físicas y morfológicas del sitio experimental	46
3.3	Resultados obtenidos de las características físico-químicas del suelo antes del estable cimiento del experimento. Rancho San Simón, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Verano 1986	49
3.4	Análisis químico del agua de riego. Rancho San Simón, Ramos Arizpe, Coahuila. Verano - 1986	50
3.5	Descripción de tratamientos	53
4.1	Análisis foliar del pepino pickle	88
4.2	Análisis bromatológico de fruto de pepino - pickle	89
4.3	Rendimientos por corte	96
4.4	Número de frutos por corte	97

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
3.1	Localización geográfica del sitio experimental. Rancho San Simón, Mpio. de Ramos Arizpe Coahuila, donde se realizó el presente estudio	45
3.2	Curvas de retención de humedad del suelo para los estratos de 0-20 y 20-40 cm de profundidad	48
3.3	Climograma de Gaussen para Ramos Arizpe, Coah.	52
3.4	Distribución de los tratamientos en campo	54
3.5	Aplicación del acolchado	
4.1	Cambio del porcentaje de agregación en relación con la densidad aparente	62
4.2	Cambio del porcentaje de humedad en relación con densidad aparente	63
4.3	Efecto de la densidad aparente sobre la longitud de plantas	64
4.4	Influencia del porcentaje de agregación sobre la longitud de plantas	66
4.5	Influencia del porcentaje de agregación sobre el número de hojas	67
4.6	Efecto del porcentaje de agregación sobre el rendimiento del pepino pickle	68

Figura No.		Página
4.7	Efecto del contenido de humedad sobre la estabilidad de agregados.	69
4.8	Influencia del acolchado sobre la temperatura del suelo a 6 cm de profundidad en dos fechas	71
4.9	Variaciones de la humedad del suelo en el ciclo vegetativo del pepino pickle en los tratamientos acolchados y sin acolchar para el riego modificado (a) y testigo (b)	73
4.10	Influencia del acolchado sobre la precocidad en la emergencia.	75
4.11	Influencia del acolchado sobre la precocidad a floración	78
4.12	Influencia de la longitud de plantas sobre el número de hojas	80
4.13	Influencia de la longitud de plantas sobre la materia seca	81
4.14	Distribución de la materia seca en los tratamientos después del último corte del pepino pickle	84
4.15	Relación de la materia seca con el rendimiento de pepino pickle	85
4.16	Rendimiento total de pepino pickle en ton/ha, en todos los tratamientos	91
4.17	Número de frutos total de pepino pickle (en miles/ha) en todos los tratamientos	92
4.18	Comportamiento del número de frutos total del pepino pickle a diferentes rendimientos	94

INTRODUCCION

La necesidad de producir alimentos para una población en constante aumento, ha obligado al hombre a través del tiempo a buscar nuevos e importantes avances tecnológicos en la agricultura.

La utilización de plásticos en la agricultura es quizá la innovación tecnológica que mayor impacto ha tenido sobre el uso del suelo y particularmente el acolchado de suelos con películas plásticas, ya que permite mayor rendimiento de los cultivos, reducir el consumo de agua, fertilizantes y en^usalitramiento, influye notablemente en la fertilidad del sue^ulo, la temperatura, estructura, calidad y precocidad del fru^uto, así como en el control de malezas (Programa Nacional de Investigación Para el Aprovechamiento del Agua (PRONAPA), 1985).

Al considerarse que México es un país en su mayoría semiárido donde el riego es indispensable, una técnica que puede solucionar este problema y el de las altas tasas de evaporación en las superficies de los suelos, provocadas por la excesiva radiación solar y los fuertes vientos propios de esta zona, es el uso de películas plásticas como alternativa para el desarrollo agrícola.

Al disponer de agua en cantidad limitada y al crecer la población y ser necesaria una mayor producción de alimentos, el agua ha pasado a ser el recurso natural más valioso

en casi todas las regiones del mundo y por consiguiente, resulta necesario llegar a una planificación eficaz en la producción agrícola, por lo cual existen metodologías que permiten determinar el volumen exacto de agua que se requiere para obtener una producción óptima de los distintos cultivos.

La cantidad de nutrientes en el suelo y su balance adecuado es muy importante para obtener la mejor producción del cultivo, por lo tanto, hay que considerar que la cantidad de nitrógeno en los suelos es pequeña, mientras que la consumida anualmente por los cultivos es comparativamente grande. A veces, el nitrógeno del suelo es demasiado soluble y así desaparece por drenaje; a veces, se volatiliza, otras es definitivamente inasimilable por las plantas superiores. Además, sus efectos sobre las plantas son muy notables y rápidos. De esta manera, sus aplicaciones excesivas son realmente dañosas. El nitrógeno es un potente elemento nutriente que no sólo ha de ser conservado, sino incluso regulado. El potasio está estrechamente relacionado con el nitrógeno y es absorbido por las plantas en cantidades mayores que cualquier otro elemento mineral, exceptuando el nitrógeno y quizá el calcio. La presencia en el suelo de una adecuada cantidad de potasio utilizable tiene mucha relación con el tono general y el vigor del crecimiento de las plantas. Aumenta la resistencia de los cultivos a ciertas enfermedades y fortaleciendo el sistema de enraizamiento, el potasio tiene a frustrar los efectos nocivos de un exceso de nitrógeno.

Entre las hortalizas más importantes, resalta el pepino, tanto por la superficie como por el valor de la producción, en el Cuadro A.1 se observa la superficie cosechada, total de exportaciones y por estados, precio promedio por temporada del pepino pickle. El pepino es objeto de exportación durante el período invernal y realmente existen buenas probabilidades de aumentar ese mercado. En el Cuadro A.2 se concentran los datos relativos a las exportaciones de pepino de mesa y pepino pickle y su participación en el total exportado. La siembra del pepino de frutos pequeños para conservas (encurtidos) merece más importancia. Gracias a su gran precocidad, el pepino está muy difundido en muchas regiones de corta etapa de vegetación. Hacia el norte llega hasta los 61-62° de latitud. Por lo que ofrece grandes perspectivas para la región hortícola de Ramos Arizpe, por su situación geográfica de acuerdo a la expansión que se ha manifestado en el cultivo de hortalizas, en base a estudios técnicos y de mercado.

Toda la superficie dedicada al cultivo de pepino, está bajo riego, por lo que es necesario e indispensable aprovechar al máximo el agua, utilizando nuevas tecnologías para eficientar su uso. De acuerdo a lo anterior, se plantean las siguientes hipótesis y objetivos.

Hipótesis

1. Al usar acolchado del suelo se obtienen mejores rendimientos de pepino.

2. Al tener un balance nutricional óptimo en la planta mediante la proporción adecuada de nitrógeno y de potasio, se obtendrá un mejor rendimiento del cultivo.
3. El nivel de potasio en las plantas es factor determinante en el rendimiento de pepino.

Objetivos

1. Validar la práctica del acolchado, evaluando los cambios que ocurren en el sistema suelo planta.
2. Evaluar el desarrollo y rendimiento del cultivo del pepino bajo dos programas de riego, con y sin acolchado.
3. Determinar la influencia del nitrógeno y del potasio bajo dos programas de riego, con y sin acolchado.

REVISION DE LITERATURA

El Acolchado de Suelos con Películas Plásticas

Robledo y Martín (1981) mencionan que el acolchado o arropado es una técnica que consiste en cubrir el suelo con diversos materiales orgánicos o inorgánicos a fin de reducir la evaporación del agua presente en el suelo, proteger a éste del impacto de la lluvia o el viento, controlar la presencia de malas hierbas, evitar en algunos tipos de plantas, como diversos cultivos hortícolas, que el fruto permanezca en contacto con el suelo y su humedad, y en otros casos proteger a los cultivos de heladas.

Los materiales tradicionales empleados para acolchar o arropar el suelo son: paja, cascarilla y paja de arroz, cáscara de cacahuete, rastrojos de maíz y otros esquilmos agrícolas, los cuales, al final del ciclo agrícola, se incorporan al suelo pasando a formar parte de éste.

En la actualidad estos materiales se han vuelto costosos a más de que, por su volumen, ocasionan que se invierta mucho tiempo y dinero en su transporte y colocación. Al presente, los materiales antes mencionados están siendo sustituidos por películas delgadas y flexibles de material plástico a base de polietileno o policloruro de vinilo (PVC).

Al cubrir el suelo con este tipo de material, el ambiente, tanto en el interior de él como en la atmósfera sobre él mismo, sufre una serie de alteraciones, principalmente en cuanto a temperatura y humedad, lo que en la mayoría de los casos favorece la calidad del cultivo que crece bajo esta condición, y puede llegar a incrementar la eficiencia en la utilización del agua y los nutrientes.

El arropado de estos materiales se facilita, ya que su colocación puede ser manual o mecanizada. Sin embargo, - su alto costo lo ha limitado a cultivos remunerativos.

El arropado con plástico puede utilizarse en tres - sistemas de cultivo, como son al aire libre, bajo túnel de plástico o en invernaderos. Con el uso de esta técnica, entre las ventajas que se busca obtener, está la de lograr - cierto adelanto a la cosecha (15 a 30 días) en algunos cultivos. Situación deseable en zonas con inviernos prolongados o con heladas tardías.

Los cultivos que pueden arroparse son muy variados, contándose entre éstos las hortalizas, los frutales y las flores.

Efectos del Acolchado

PRONAPA (1985) indica que al arropar en forma parcial o total la superficie del suelo con plástico flexible, es una técnica en la cual se producen alteraciones al medio ambiente en el que se desarrollan las plantas y los -

organismos.

El efecto del arropado sobre el medio ambiente subterráneo está relacionado directamente con el suelo y el agua; mientras que sobre el medio aéreo actuará sobre el microclima o factores ambientales que tienen relación con el desarrollo de los principales procesos fisiológicos y morfológicos de las plantas y organismos.

El arropado de suelos provoca diferentes efectos relacionados al desarrollo de la planta, lo cual es observable en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Efectos del acolchado. PRONAPA (1985).

Efectos del Acolchado Sobre el Ambiente de Desarrollo de la Planta	
Suelo	Efecto del Arropado Sobre el Ambiente Aéreo de la Planta
Aspectos físicos	Radiación
Temperatura del suelo	Temperatura atmosférica
Aspectos químicos	Humedad relativa
Humedad del suelo	
Aereación del suelo	
Efecto del Arropado Sobre los Organismos del Suelo	Efecto del Arropado Sobre la Planta
Enfermedades	Desarrollo de la planta
Malezas	Características morfológicas
Posibles efectos de los plásticos sobre la fijación simbiótica de nitrógeno (FSN)	Características fisiológicas

Comportamiento Espectrométrico de las Películas Plásticas

Robledo y Martin (1981) señalan que no todas las longitudes de onda son absorbidas, reflejadas o transmitidas de manera uniforme por los diferentes materiales de cubierta y esto tiene un efecto sobre la calidad de la luz en el interior de la parte cubierta.

Por otro lado, las diferencias en la composición química de los plásticos fabricados que llevan el mismo nombre genérico pero que provienen de orígenes diferentes, pueden dar lugar a variaciones sensibles en las propiedades fotométricas.

La radiación térmica es otro factor importante para las cubiertas (acolchado, túneles, abrigos, etc.). La radiación térmica corresponde a la energía no visible producida y transmitida por sustancias calientes o muy calientes.

Efectos Diurnos

Plásticos negro-opaco. El plástico negro-opaco absorbe una gran cantidad del calor recibido y lo trasmite por radiación hacia el suelo y la atmósfera; el suelo durante el día se calienta poco pero la superficie del plástico aumenta considerablemente su temperatura causando serios problemas como quemaduras a las plantas jóvenes que permanecen en contacto con la lámina de plástico, ésto se presenta en verano.

Efectos Nocturnos

El plástico negro-opaco absorbe sobre una superficie

gran parte del calor recibido, por lo cual el calentamiento del suelo que cubre durante el día es, por tanto, menor que con el plástico transparente, por lo cual también impide la aportación del calor del suelo hacia las partes aéreas de las plantas, esto da lugar a cierto riesgo de helada para la planta en noches frías con cielo despejado, al no tener la defensa del calor emitido por el suelo.

PRONAPA (1985) reporta que las mediciones - llevadas en el campo (con piranómetros) y en el laboratorio (con espectrofotómetros), muestran que las propiedades fotométricas cambian significativamente durante el proceso de - aviejado.

Acolchado de Suelos, Manejo del Agua y Nutrición de Cultivos Hortícolas

Angulo (1986) encontró un incremento exportable de 45 y 174 por ciento por el acolchado con plástico negro, en pepino en siembras del cinco y 22 de diciembre respectivamente, también se vio que en otro experimento que se encontraba - acolchado con cubierta de plástico negro, incrementaron su producción exportable de seis a 18 por ciento cuando se utilizó una hilera y de ocho a 13 por ciento en aquellas que se encontraron a doble hilera. Notándose aquí también un incremento significativo de 10 y 15 por ciento en la producción de fruto grande y mediano, respectivamente, en pepinos acolchados y sembrados a una hilera de plantas y un incremento del 41 por ciento en la producción de fruto mediano, cuando se sembró a doble hilera en camas acolchadas.

Zárate (1984) estudió el acolchado de suelos y el abatimiento de la humedad disponible en el frijol ejotero (Phaseolus vulgaris L.). En el primer factor estudiado, niveles de abatimiento de la humedad disponible (A.H.D.) se llevaron a cabo tres niveles de humedad como son: 50, 65 y 80 por ciento de A.H.D., con una combinación con el segundo factor que es acolchado de suelos con películas plásticas - manejándose tres niveles que son: acolchado con película plástica negra, acolchado con película plástica transparente y el control (suelo desnudo).

El nivel de 65 por ciento de A.H.D. bajo acolchado de suelo con película plástica negra incrementó la producción en un 92.4 por ciento con relación al cultivo tradicional (control) 8.45 ton/ha. Se recomienda emplear la película plástica negra aplicándose el riego al alcanzar el suelo un abatimiento de la humedad disponible del 65 por ciento.

Angulo (1987) dice que los resultados muestran que la producción total de calabacitas se incrementó en un 31.5 por ciento cuando se acolcharon con plástico negro y en un 52.3 por ciento al utilizar el plástico plateado. La mayor cantidad de frutos afectados por virosis ocurrió en los tratamientos que no estaban acolchados y la menor incidencia - en los tratamientos acolchados con plástico plateado.

Hudspedth y Armuy (1972) mencionan que las cubiertas de polietileno provocan que el agua se mueva de profundidades bajas del perfil del suelo al superior,

este ascenso de la humedad se debe al flujo de vapor del agua y al movimiento de la misma a través de los poros cuando la temperatura superficial es mayor, el movimiento de la humedad - en el estado de vapor será en dirección vertical a capas superiores.

Burgueño (1982) estudió al acolchado de suelos con películas plásticas como una técnica de cultivos para incrementar el rendimiento de chile pimiento, variedad Yolo Wonder L., esta evaluación se realizó en dos ciclos agrícolas de primavera-verano (1980-1981), evaluó tres diferentes películas plásticas, que se compararon en rendimiento con el testigo (sin acolchar). Las películas utilizadas fueron: transparente de 40 micras, negro-opaca de 40 micras y negro-opaca de 175 micras. Los resultados obtenidos para rendimiento en promedio en los dos ciclos fue para el testigo 23.346 ton/ha y la mejor respuesta fue la del acolchado con película de plástico negro-opaco, con espesor de 175 micras, siendo éste 46.477 ton/ha.

Hernández (1984) evaluó el efecto del acolchado de suelos y la fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus E.) var. Improved peacock probando tres factores de la producción con tres niveles cada uno, el acolchado de suelos se hizo con polietileno negro y polietileno transparente de 32.5 micras de espesor, mas un testigo sin acolchar. En el factor nitrógeno se probaron 80, 120 y 160 kg/ha de N y en el factor fertilización fosfatada las dosis empleadas fueron 40, 60 y 80 kg/ha de P_2O_5 . En -

cuanto al desarrollo vegetativo del cultivo, las medidas de tratamiento para número de hojas, diámetro de tallo y longitud de planta para el acolchado con película transparente - fueron 10.83 hojas, 0.92 cm y 136.69 cm respectivamente, en comparación con el testigo, donde fueron 2.17 hojas, 0.54 cm y 17.55 cm. El mejor tratamiento fue el que resultó de combinar polietileno transparente y la fórmula 120-60-00 con un rendimiento de 66.35 ton/ha. Aunque el análisis económico realizado indica que el mejor tratamiento fue el polietileno negro y la fórmula 160-60-00 que aumenta casi el doble la utilidad neta por hectárea.

Jasso (1987a) reporta que en general el desarrollo ontogénico se vio afectado más por las frecuencias de riego que por la condición de acolchado en el melón, donde se estudia éste con arropado plástico bajo cinco frecuencias de riego, aunque la tasa de crecimiento del área foliar fue similar entre frecuencias de riego, bajo condiciones de arropado plástico alcanzó valores más altos y el valor máximo se alcanzó aproximadamente 20 días antes que sin arropado. Respecto al crecimiento reproductivo, la dinámica de floración, tanto femenina como masculina, mostró valores más altos a medida que la frecuencia de riego fue mayor (cada cinco días) y con mayor anticipación con arropado plástico.

El mismo autor (b) señala que con riegos cada 20 días y arropado plástico, se obtuvieron 51 ton/ha mientras que regando cada cinco días y sin arropado el rendimiento fue de sólo 26 ton/ha en el cultivo de melón.

Locascio et al. (1985) señala que durante una estación extremadamente húmeda, los rendimientos de fruta y la toma de nitrógeno fue influenciada significativamente por los tratamientos en el cultivo del chile. Los rendimientos de fruta fueron 25.1, 5.5 y 17.5 ton/ha con el acolchado, no acolchado sencillo y el no acolchado, tratamientos aplicados en banda, respectivamente. La utilización de nitrógeno total por los vástagos de la planta, fruto inmaduro, fruto cosechado, fue de 41.8 por ciento (94 kg/ha), 7.6 por ciento (17kg/ha) y 23.9 por ciento (54 kg/ha) de lo aplicado de nitrógeno con los tres tratamientos respectivamente. Las cantidades de nitrógeno utilizadas del suelo con los tres tratamientos, fueron: 27, 11 y 15 kg/ha de N, respectivamente.

Manrique y Meyer. (1984) evaluaron el efecto del plástico y paja de cebada usada como cobertura sobre la temperatura del suelo, el crecimiento y rendimiento de variedades de papa comerciales peruanas durante las estaciones de invierno-verano (1975-1977) en el medio arídico, esotérmico de la Molina. Durante el invierno, la temperatura del suelo cubierto con plástico negro y blanco osciló entre 18 y 26°C. Bajo estas condiciones, los rendimientos de papa aumentaron en la mayoría de las variedades. En el verano las coberturas plásticas elevaron la temperatura sobre 30°C, desfavoreciendo el crecimiento de las plantas y la formación de tubérculos.

Balance Térmico del Cultivo del Pepino

Guenkov (1974) menciona que el pepino es una planta que exige calor para su cultivo. Del balance térmico bajo el

cual se siembran las plantas, depende en gran medida la cantidad y la calidad de la producción y la prolongación de la vida, así como la fructificación de las plantas.

La temperatura mínima para que las semillas germinen es de 12°C. La temperatura óptima para que las semillas germinen con rapidez (en tres a cinco días) es de 25-30°C.

La temperatura óptima para el desarrollo y crecimiento de las plantas es de 25°C, aproximadamente. Según la combinación de los demás factores ambientales (principalmente - la luz), la temperatura óptima oscila entre 18 y 28 - 30°C.

En caso de temperatura inferior a 14°C, cesa el crecimiento. Si las plantas sufren largo tiempo la influencia - de tal temperatura, las flores femeninas caen lo que provoca una fuerte disminución del rendimiento.

La disminución de la temperatura hasta 15-16°C (durante 2 o tres días) es útil y deseable sólo inmediatamente después de la generación de las semillas. Las plantas perecen a la temperatura de -0.5°C.

En caso de que la temperatura sobrepase los 30°C el balance nutricional y de humedad se altera, y esto disminuye la productividad de las plantas. Bajo tales condiciones, y muy en especial si ellas están combinadas con una mayor longitud del día, aumenta la tendencia a crear flores masculinas. Cuando la temperatura es superior a 40°C, el crecimiento se detiene completamente. La temperatura alta es peligrosa, particularmente si está acompañada por baja humedad del

aire y del suelo.

La oscilación en la temperatura no debe sobrepasar - un rango de 8°C.

La temperatura óptima para el crecimiento de las raíces es de 24-25°C.

Balance de Luz del cultivo de Pepino

Guenkov (1974) señala que el pepino es conocido como planta que soporta con relativa facilidad cierta disminución en la intensidad de la luz, y bajo tales condiciones aún puede fructificar, aunque en ese caso, el rendimiento es más bajo y las plantas se ahilan y a la vez que ramifican en menor grado.

Con gran intensidad de luz, como ocurre por lo general durante los meses de verano, la clorofila se destruye en parte y las hojas resultan amarillo-verdosas.

Según los datos de muchas investigaciones, el pepino reacciona grandemente a la prolongación del día. Asimismo, - se reporta que el día corto y las temperaturas relativamente bajas favorecen la formación de flores femeninas, mientras - que el día largo y las temperaturas altas favorecen la formación de las flores masculinas. Los resultados de experimentos realizados en Japón han demostrado que estos factores exteriores han influido en la manifestación del sexo mediante el cambio del estado fisiológico de las plantas antes de haberse diferenciado las flores. Por otra parte, al estudiar -

aire y del suelo.

La oscilación en la temperatura no debe sobrepasar - un rango de 8°C.

La temperatura óptima para el crecimiento de las raíces es de 24-25°C.

Balance de Luz del cultivo de Pepino

Guenkov (1974) señala que el pepino es conocido como planta que soporta con relativa facilidad cierta disminución en la intensidad de la luz, y bajo tales condiciones aún puede fructificar, aunque en ese caso, el rendimiento es más bajo y las plantas se ahilan y a la vez que ramifican en menor grado.

Con gran intensidad de luz, como ocurre por lo general durante los meses de verano, la clorofila se destruye en parte y las hojas resultan amarillo-verdosas.

Según los datos de muchas investigaciones, el pepino reacciona grandemente a la prolongación del día. Asimismo, - se reporta que el día corto y las temperaturas relativamente bajas favorecen la formación de flores femeninas, mientras - que el día largo y las temperaturas altas favorecen la formación de las flores masculinas. Los resultados de experimentos realizados en Japón han demostrado que estos factores exteriores han influido en la manifestación del sexo mediante el cambio del estado fisiológico de las plantas antes de haberse diferenciado las flores. Por otra parte, al estudiar -

el efecto de horas luz y la fertilización nitrogenada, se -
concluyó que con una duración de 10 horas luz por día y -
una dosificación de nitrógeno, se recortan los entrenudos
y se acelera el desarrollo de la planta, mientras con -
fósforo se alargan los entrenudos e incrementa la producci
ción de semillas.

Programación del Riego

En la determinación de las necesidades de agua de -
los cultivos, se suele estimar que el clima es uno de los -
factores más importantes que determinan el volumen de las -
pérdidas de agua por evapotranspiración de los cultivos.

Prescindiendo de los factores climáticos, la evapo-
transpiración correspondiente a un cultivo dado, es también
determinado por el propio cultivo, al igual que sus caracter
ísticas de crecimiento.

El medio local, las condiciones de los suelos y su
humedad, los fertilizantes, las infestaciones, enfermedades
e insectos, las prácticas agrícolas y el regadío, y otros
factores, pueden influir también en las tasas de crecimien-
to y en la evapotranspiración.

Se utilizan diversos métodos para predecir la evapo
transpiración a partir de variables climáticas, debido a la difici
cultad de obtener mediciones directas y exactas en condicione
s reales. La mayoría de las fórmulas de predicción recu -
rren a una diferenciación entre los elementos del clima y -

el cultivo.

Programación del Riego en Base a Etapas Fenológicas del Cultivo

Haise y Hagan (1967) mencionan que las mismas plantas son las mejores indicadoras de las necesidades de agua, ya que el crecimiento de éstas está controlado por su tensión hídrica interna y el mejor indicador de las necesidades de riego es la reducción del potencial hídrico del tejido vegetal, pero este término es difícil de evaluar en el campo, es conveniente emplear otros métodos como será por ejemplo: los cambios en el ángulo foliar del sorgo, el enrollamiento y otros movimientos de las hojas en otras especies indican el desarrollo de la tensión hídrica previo al agotamiento.

Faz (1987) encontró que se ha detectado una marcada sensibilidad del rendimiento y calidad de nueces al déficit de humedad en las etapas de floración, endurecimiento de la cáscara y llenado de la almendra. La aparición de las distintas fases de desarrollo están relacionadas con el patrón de acumulación de unidades térmicas. Se estimaron los valores promedio de unidades calor acumuladas durante el ciclo del desarrollo del cultivo en ocho regiones productoras de nuez del norte de México, se utilizó un método residual tomando como temperatura base 4.4°C . Con esta información y los resultados experimentales de manejo de agua en este frutal, se propone un calendario de riegos para cada región el cual varía ligeramente según la latitud y con mayor intensidad en función de la altitud.

Doorembos y Pruitt (1976) mencionan que para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presentan unos coeficientes de cultivo (K_c), con objeto de relacionar la evapotranspiración del cultivo de referencia, (E_{To}) con la evapotranspiración potencial del cultivo (ET). El valor de K_c representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que produzca rendimientos óptimos. Se puede obtener la E_{To} mediante la operación de $K_c E_{To}$.

En los valores de K_c se tienen en cuenta las características del cultivo, el momento de la plantación o de la siembra y las fases del desarrollo del cultivo. También hay que tomar en consideración las condiciones climáticas generales, en especial el viento y la humedad, sobre todo porque, después de la temperatura, el viento es lo que más repercutirá en la transpiración debido al grado de turbulencia del aire sobre la superficie sombreada por el cultivo. Por otra parte, la tasa de transpiración es más alta cuando los vientos son secos, en comparación con los húmedos.

Jasso (1987c) realizó un trabajo en invernadero y campo en Saltillo y Derramadero, Coahuila, respectivamente, con el fin de identificar el material más prometedor para condiciones adversas de humedad ambiental. Se utilizaron seis materiales criollos y dos variedades mejoradas de chile ancho, las cuales fueron desarrolladas en invernadero para determinación de parámetros hídricos por la técnica presión-volumen, y en campo para evaluar su rendimiento bajo

un diseño experimental de bloques al azar. Se detectaron diferencias significativas entre materiales cuya respuesta se correlacionó con algunos de los parámetros determinados en el laboratorio y se encontró que el módulo de elasticidad volumétrica es más consistente que otros y se correlaciona negativamente con el rendimiento ($r^2 = -0.821$) en forma significativa. Los valores más bajos de esta variable se encontraron en aquellos materiales de mayor rendimiento como ancho güero y ancho rojo, ambos criollos, mientras que el resto de criollos y las dos variedades mostraron valores mayores del módulo de elasticidad volumétrica con un correspondiente menor rendimiento.

Balance de Humedad del Pepino

Guenkov (1974) indica que el pepino es muy exigente con respecto al balance de humedad del suelo y del aire. Esto es resultado del sistema de raíces, que es relativamente de débil desarrollo y también a la construcción de su sistema de hojas. Para el desarrollo y fructificación normales de las plantas, la humedad del suelo debe ser de 70-80 por ciento de la capacidad de campo, y la humedad relativa del aire, de 80-90 por ciento.

En caso de una baja humedad del suelo y del aire, occurre rápidamente un déficit de humedad, las plantas cesan de crecer y de fructificar. En tales condiciones los frutos pueden resultar deformados, las plantas envejecen y perecen y aumenta extraordinariamente el porcentaje de frutos amargos. Dichos fenómenos son tanto más evidentes cuanto más -

alta es la temperatura.

La cuestión práctica respecto al abastecimiento de agua a la planta de pepino, debe resolverse teniendo en cuenta también la situación de los demás factores, de los cuales dependen el crecimiento y el desarrollo de la planta. Al regar no debe permitirse sobrehumedecimiento, porque se reduce la aireación del suelo, a cuya reducción son muy sensibles - las raíces del pepino.

Influencia de la Programación del Riego en la Nutrición del Cultivo

Milthorpe y Moorby (1974) señalan que el grado relativo en que los iones se mueven a través del espacio libre (o apoplasto) hacia adentro del xilema, y finalmente a las partes aéreas, parece ser una función de la tasa de absorción de agua y del nivel nutritivo de las plantas. En plantas con alto nivel nutritivo, el flujo total de iones parece ser dependiente de la tasa de transpiración, mientras que las plantas de bajo nivel nutritivo, es independiente de la transpiración. La razón que explica esta diferencia parece residir en que las plantas de bajo nivel nutritivo se retiene una gran proporción de iones en los tejidos radicales.

Las fluctuaciones diarias en la absorción de nutrientes, pueden estar relacionadas a la tasa de absorción de agua. Sin embargo, después de dejar que ocurran diferencias en la tasa de absorción de agua, las tasas de absorción de nitrógeno y potasio fueron mayores en la segunda mitad del

día, cuando sería esperable que el suministro de compuesto fuera mayor que en la primera parte.

La traslación de los iones a las partes aéreas de la planta tiene lugar por el xilema, con la mayoría moviéndose en solución en la corriente transpiratoria. Los iones de los metales alcalino-térreos presentan un comportamiento diferente, puesto que parece que se mueven a lo largo de las paredes de los vasos xilemáticos por medio de una serie de reacciones de intercambio iónico.

Por lo general hay una correlación entre la cantidad de iones entregados a un órgano. Los órganos que reciben la mayoría de los iones, o sea las hojas totalmente expandidas, tienen, no obstante, requerimientos mucho menores que las hojas jóvenes en expansión, los ápices y los frutos en desarrollo, los cuales dependen en gran medida de la redistribución de los iones a través del floema y a partir de las hojas maduras. Por lo cual órganos que crecen rápidamente, pero que tienen una tasa de transpiración limitada, sufren con frecuencia de deficiencias de calcio, mostrando desórdenes fisiológicos característicos tal como el vuelco en pedúnculos de tulipán, agujero amargo en manzanas, extremo radical florecido en tomate y muerte de la punta en papa etiolada y en brote de poroto.

En el suelo ocurren interacciones complejas, lo cual determina que la absorción de un nutriente depende del suministro de otros iones y del agua. En una serie de

experimentos se apreció que la absorción de fósforo se redujo cuando el potencial del agua en el medio radical disminuyó por debajo de -200 J/kg y fue insignificante a -2000 J/kg y a un efecto obvio del potencial de solutos (ψ_s) sobre el flujo en masa de la solución del suelo hacia la superficie de las raíces y efectos más indirectos del contenido de agua en el suelo sobre la difusión de iones. El desecamiento de regiones particulares del suelo, tales como las capas superficiales, pueden conducir a un crecimiento compensatorio en otras regiones, pero el resultado normal consiste en reducir la absorción de nutrientes en estas capas superficiales. Como estas regiones son por lo común las que tienen la concentración más grande de raíces y nutrientes, la consecuencia es a menudo grave, ya que las raíces más profundas y más ralas no son capaces de aportar el agua o nutrientes suficientes como para satisfacer las necesidades del cultivo.

En situaciones en que el suministro de agua es limitado, la aplicación abundante de fertilizantes puede conducir a la producción de grandes cantidades de follaje, a un mayor uso del agua y a una reducción eventual del rendimiento.

Uriu et al. (1980) mencionan que el potasio fue aplicado en el agua de goteo y sulfato de potasio seco fue colocado sobre el suelo bajo los emisores y entonces irrigado por goteo. Estos métodos fueron mucho más efectivos que aplicaciones de sulfato de potasio en zanja a lo largo de los árboles y entonces irrigado por aspersión.

Locascio y Martin (1985) probaron en fresas que fueron desarrolladas durante dos estaciones para evaluar cinco fuentes de nitrógeno y dos tiempos de aplicación de nitrógeno y potasio usando riego de aspersión con tasas de nitrógeno y potasio de 134 y 149 kg/ha, respectivamente. Los rendimientos de fruta fueron influenciados por interacciones significativas entre fuentes de nitrógeno y tiempo de aplicación de nitrógeno y potasio durante ambas estaciones. Con el 100 por ciento de la aplicación de nitrógeno y potasio antes de la plantación, número de frutos vendibles (comerciables) y peso fueron significativamente grandes con urea cubierta de azufre (SCU) o isobutylidene diurea (IBDU) que con urea, NH_4NO_3 o $\text{KNO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ como fuente de N.

Con 40 por ciento del nitrógeno de cinco fuentes aplicadas antes de la plantación y 60 por ciento de los suplementos de nitrógeno y potasio con el riego de aspersión de $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ o $\text{KNO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, la producción fue similar con todas las fuentes de N. Las concentraciones del tejido foliar de N y K no fue influenciado consistentemente por fuentes de N. Durante ambas estaciones, la concentración de N foliar fueron altas con el fraccionamiento que con el 100 por ciento de los tratamientos antes de la plantación.

Pill y Lambeth (1980) señalan que decreciendo el potencial hídrico del suelo (mínima de -0.3, -2.0 y -6.0 bars) redujo el número de frutos fijado, media y peso total de fruto de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.). Evaluó el régimen de humedad del suelo bajo dos humedecimientos, fertilización

con $\text{NH}_4\text{-N}$ comparado al $\text{NO}_3\text{-N}$ redujo el total y media de peso de fruto pero incrementó el número de frutos; sin embargo, no se encontraron diferencias en estas variables entre las formas de nitrógeno bajo un régimen muy seco. La pudrición final de las flores fue incrementada por la nutrición y por la disminución del potencial hídrico del suelo. La disminución del potencial hídrico del suelo en cualquiera de los dos no tuvo efecto pero incrementó la concentración de Ca, Mg y K foliar, pero decreció la concentración de estos iones en el fruto. En cualquier régimen hídrico del suelo, la fertilización de NH_4 decreció la concentración de Ca y Mg foliar pero generalmente incrementó el potasio foliar y las concentraciones de Ca, Mg y K en frutos. Mientras que la incidencia severa no parece estar relacionada a la concentración de Ca, Mg y K en fruto, el desorden fue asociado con el incremento del estilo al caliz en la mitad del fruto, en la concentración de la tasa de estos iones. La hoja basal (antes del amanecer) el potencial de presión del xilema no fue afectado por la nutrición de nitrógeno pero fue mucho mayor (menos negativo) bajo el régimen de humedecimiento. Comparado con las plantas suplementadas con $\text{NO}_3\text{-N}$ de quien el mínimo y la media del valor de la saturación visible decreció con el decremento del potencial hídrico del suelo, se obtuvo un nivel indiferente del régimen hídrico del suelo, por lo cual un potencial de presión constante. Desde que la resistencia difusiva de las hojas incrementó el valor con el decrecimiento del potencial hídrico del suelo, pero no fue afectado por la forma de nitrógeno, la más

baja transpiración y tasa de transpiración bajo $\text{NH}_4\text{-N}$ pudo ser explicado por el incremento de la resistencia del flujo de agua y por la reducción del gradiente del potencial hídrico suelo-planta.

Christiansen (1987) menciona que el flujo de masa - suministra una gran parte de nitrógeno utilizado por las - plantas, ya que los nitratos circulan con facilidad en la - corriente de agua. En cambio, el fósforo y el potasio no circulan con tanta facilidad por este mecanismo y su disponibilidad en la superficie de la raíz depende del mecanismo de difusión. Si bien los valores de difusión varían según el - tipo de suelo y la cantidad de agua que contiene éste, se - ha calculado que los valores aproximados de la distancia de difusión para el N, P y K son respectivamente 1, 0.2, 0.02, Cuando se aplicaron mayores cantidades de agua, se advirtió una mayor eficiencia en la absorción de nitrógeno. Mayores cantidades de agua, incrementaron también la utilización de nitrógeno dentro de la planta. Cuando se aplicó el fertilizante, los rendimientos de grano durante un período de tres años, mejoraron con riegos más ligeros, y más frecuentes - (5 cm cada dos semanas), que con un riego más pesado y menos frecuente (10 cm cada mes). Además, sin considerar la aplicación del mismo, la eficiencia de absorción de nitrógeno - fue mayor con riegos más ligeros y frecuentes. Esto quizá - se debió a la menor desnitrificación y/o a la menor lixiviación. La eficiencia más alta de absorción de nitrógeno - aplicado se observó cuando el nitrógeno se añadió como abono secundario en el cultivo del maíz, teniendo las plantas

un tamaño de aproximadamente 60 cm, que cuando el nitrógeno se aplicó durante la época de siembra. La mayor eficiencia de nitrógeno en la forma de abono secundario podría explicarse parcialmente por la mayor proporción de grano/forraje de N. Esto es, la cantidad de N atrapada en las hojas fue menor y el elemento se trasladó con facilidad al grano. En esencia, los nitratos no se filtraron a las porciones profundas del suelo (300 cm) cuando las cantidades de N correspondían con los niveles produjeron el mayor rendimiento (112 kg N/ha), en comparación con las tasas de aplicación de N más alto. Además, el año siguiente el N de los perfiles superiores estuvo disponible con facilidad para el uso de la planta cuando ya no se aplicó el elemento. Las plantas de maíz irrigadas fueron capaces de captar más N.

Kramer (1974) señala que la porción del agua se encuentra controlada por dos grupos de factores: los que afectan a la diferencia de potencial hídrico entre suelo y raíces, y los que afectan a la resistencia contra el movimiento de agua a través del suelo y en las raíces. Factores tales como textura del suelo y conductividad hidráulica controlan el movimiento del agua hasta las superficies de la raíz. Factores tales como aireación del suelo, temperatura y grado de suberización de las raíces operan principalmente modificando la resistencia al movimiento del agua hasta las raíces. La fuerza impulsora es la diferencia de potencial hídrico entre la masa del suelo y la superficie de la raíz y entre la superficie de la raíz y el xilema. El potencial

hídrico del suelo con el que se puede proseguir la absorción está limitado por el potencial hídrico mínimo que pueda desarrollarse en la raíz. El agua del suelo se volverá limitativa para plantas que transpiran rápidamente con un potencial hídrico del suelo que se vuelva limitado para plantas que transpiran lentamente. La reducción de la concentración osmótica del sustrato incrementa también la resistencia de la raíz. Sin embargo, la reducción del crecimiento de plantas sometidas a altas concentraciones salinas se relacionan sin duda más estrechamente con su elevado contenido salino que con una absorción reducida de agua. Los iones móviles tales como los de N y K pueden ser utilizados desde toda la zona de raíces, pero los iones inmóviles tales como el fosfato sólo están disponibles en la vecindad inmediata de éstas. Los iones móviles de la disolución del suelo están probablemente disponibles para las raíces desde distancias más grandes, puesto que el agua se mueve hacia las raíces desde distancias de varios centímetros. Parece probable que el movimiento de iones por difusión se encuentre coadyuvado por el flujo masivo de disolución del suelo hacia las raíces de plantas que transpiran.

Richards y Wadleigh (1952), citados por Kramer (1974) indican que la aireación deficiente causada por un exceso de agua en el suelo no sólo interfiere con el crecimiento y funcionamiento de la raíz, sino que también afecta a la actividad microbiológica. La desnitrificación se produce -

rápidamente en suelos empapados en agua y mucho nitrógeno se pierde en forma de amoniaco. En suelo seco se reduce también la actividad microbiológica. El crecimiento reducido de la raíz de plantas sometidas a tensión hídrica reduce el volumen del suelo del cual se pueden absorber alimentos minerales e incrementa la suberificación de las raíces. La desecación del suelo tiene por resultado la fijación de fósforo y de potasio de modo tal que quedan inaprovechables. Como resultado las plantas en suelo seco tienden a tener bajos contenidos de fósforo y potasio. La tensión hídrica afecta también a la fisiología y la bioquímica de las plantas, reduciendo y tal vez cambiando sus necesidades de iones. Así, los cambios en la composición mineral de plantas que crecen en suelo seco pueden ser el resultado de una disponibilidad restringida del suelo, de una superficie absorbente menor, de un uso reducido en la planta o de una combinación de los tres.

Sutcliffe y Baker (1979) mencionan que los cambios en la concentración de un ión en el jugo vacuolar de una célula en crecimiento dependen tanto del grado de absorción de la sal como de la correspondiente absorción de agua. Durante la fase rápida del crecimiento longitudinal de una célula de la raíz, la concentración iónica en el jugo vacuolar acostumbra a disminuir temporalmente, ya que la absorción de agua se efectúa con más rapidez que la de sales.

Sutcliffe (1977) señala que el agua fluye a lo largo de un gradiente de potencial hídrico existente entre la -

solución del suelo y el aire que rodea a la planta. Como en el caso de una corriente eléctrica, la intensidad del flujo depende de la magnitud del gradiente de potencial y de la resistencia ofrecida por los conductos del agua. La diferencia de potencial hídrico entre la raíz y las células de las hojas de la planta no suele pasar de 30 atm, mientras que la diferencia total de potencial puede alcanzar 300 atm o más. la zona de los pelos radiculares es particularmente favorable para la absorción, debido a que presenta una gran área superficial en íntimo contacto con las películas de agua que rodean a las partículas del suelo. El equilibrio en el potencial hídrico entre la solución del suelo y la planta no se alcanza en un sistema radicular intacto, porque se mantiene una diferencia de potencial entre la solución del suelo y el líquido de los elementos conductores muertos (vasos y traqueidas) en el xilema de la estela. Esta diferencia de potencial se da por dos razones:

- a) Hay una concentración más alta de sustancias osmóticamente activas en la savia del xilema que en la solución externa, lo que hace que la savia tenga un potencial osmótico inferior.
- b) En una planta en transpiración, debido a la evaporación del agua de las hojas, se desarrolla una presión negativa (tensión) en el xilema, la cual se transmite hacia abajo por el tallo, lo que disminuye el potencial hídrico en el xilema de la raíz.

Aunque una diferencia de potencial osmótico entre la solución del suelo y la savia del xilema contribuye al movimiento del agua a través de la raíz, el movimiento del agua a través del córtex es una respuesta a un gradiente de potencial hídrico. El mismo autor sugiere que el movimiento del agua a través de las raíces se da principalmente por flujo de masa desde el suelo, pasando por los espacios llenos de agua de las paredes celulares. Por lo tanto, el papel del sistema radicular en la absorción es principalmente producir una gran superficie de absorción en contacto con la superficie del suelo. El potencial osmótico de la solución en los elementos conductores del xilema es a menudo inferior al del medio externo. Como cabría esperar, la presión de la raíz se reduce por disminución de la temperatura, o retención de nutrientes inorgánicos y por inhibidores metabólicos. Es estimulado con auxinas, por razones que todavía no están claras.

Mengel y Kirkby (1982) indican que el flujo de agua entre el citoplasma y la vacuola es controlado por la diferencia de potencial hídrico entre estos compartimientos. Ehrler (1962) encontró una reducción de cerca del 70 por ciento en la toma de agua cuando plantas de alfalfa fueron sujetas a bajas temperaturas de cerca de 5°C. Una correlación positiva significativa entre la toma de agua y la toma de oxígeno por las raíces de planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.) ha sido reportado por Holder y Brown (1980).

El potencial hídrico del suelo es claramente reflejado por el potencial hídrico de la planta. El efecto de la promoción del potasio sobre la toma de agua y transporte ha sido demostrada por Baker y Weatherley (1969) en la transpiración de sistemas de raíces Ricinus communis. La presión radicular de plantas jóvenes contribuye a la translocación hacia arriba de material soluble orgánico e inorgánico, particularmente bajo condiciones donde la transpiración es baja. La presión del floema depende de la suplementación de energía sobre el potencial hídrico de las hojas y sobre el estado nutricional de potasio de la planta. O sea que el K tiene una influencia directa; sin embargo, las funciones indirectas para proveer un nivel de alta energía no es todavía claro, se sugiere que la presión de floema es controlada por la turgencia de células cribosas, la más alta depresión de turgencia y la más baja promovida por los procesos de presión.

Marschner (1986) señala que la importancia de la movilidad de nutrientes en suelos para la disponibilidad de nutrientes para las plantas está basado en tres componentes de intersección radicular, flujo de masa y difusión. Los cálculos de intersección radicular son basados sobre la cantidad de nutrientes disponibles en el volumen de suelo ocupado por las raíces; el volumen radicular como un porcentaje del volumen total de suelo; y la proporción del volumen total de suelo ocupado por poros. El segundo componente es el flujo de masa de agua y nutrientes disueltos en la superficie radicular los cuales son transportados debido a la

transpiración de las plantas. Estimaciones de la cantidad de nutrientes suplementados a la planta por flujo de masa son basados en la concentración de nutrientes en la solución del suelo y la cantidad de agua transpirada cada uno por unidad de peso de tejido del vástago (coeficiente de transpiración, 300-600 litros de agua/kg peso seco de vástago) o por hectárea de un cultivo. El flujo de masas es el principal contribuyente para la suplementación de calcio y magnesio mientras que la suplementación de potasio y fósforo dependen principalmente de la difusión. La concentración de nutrientes minerales en la solución del suelo varía sobre un extenso rango dependiendo de factores, humedad del suelo, pH, capacidad de intercambio catiónico, potencial de reducción, cantidad de materia orgánica del suelo, actividad microbológica y aplicaciones de fertilizantes. La suplementación de nitratos por flujo de masa en trigos de primavera en un luvisol es solamente 40 por ciento de la toma total, la alta suplementación de nitrato en remolacha por flujo de masa sobre este suelo es más la excepción que la regla. La contribución del flujo de masa depende de la especie de la planta, la edad de las plantas y la humedad relativa. Cuando el potencial hídrico del suelo es alto (capacidad de campo), el flujo de masa es limitado y se mantiene un similar potencial hídrico en la superficie de la raíz. Bajo las condiciones de campo los aguaceros como norma tienen una importante influencia sobre la contribución del flujo de masa a la suplementación de nutrientes total. El flujo de masa y la difusión en la superficie de la raíz ocurre usualmente en forma

simultánea. La difusión es la principal fuerza para el movimiento en pequeñas cantidades de fósforo y potasio hacia la superficie de la raíz. Bajo condiciones constantes, la humedad del suelo afecta la suplementación de nutrientes vía difusión en la superficie radicular. Con la caída del contenido de la humedad del suelo, la tasa de difusión declina en los cationes potasio, magnesio y calcio. Cuando el potencial hídrico del suelo es bajo, la elongación radicular es inhibida. La extensión de las zonas de deflexión de potasio y fósforo es más o menos un reflejo. La densidad radicular alta y la longitud de los pelos radiculares son factores importantes en la toma de nutrientes que son suplementados por difusión. Variaciones en la suplementación de agua, modificaron la distribución radicular y toma de nutrientes de varias profundidades de suelo. Los efectos de la suplementación del agua sobre la distribución radicular en cebada de primavera fue claramente demostrado en dos sucesivos años. (Scott-Rusell, 1977). En el primer año con una precipitación alta (82 mm) que ocurrió un mes después de la plantación, más del 70 por ciento de la masa radicular total fue encontrada en la superficie del suelo (2.5-12.5 cm) dos meses después de la plantación y aproximadamente 10 por ciento de las raíces tuvieron penetración a profundidades mayores de 22.5 cm; en contraste en el siguiente año, con inadecuada precipitación (24 mm) durante el primer mes después de la plantación el correspondiente valor para la distribución de la masa radicular fue cerca de 40 y 30 por ciento respectivamente. Este tipo de cambio en la distribución radicular tuvo importantes consecuencias para la toma de nutrientes de varios horizontes del suelo. En trigo de -

primavera desarrollado en suelos ligeros aproximadamente el 50 por ciento del potasio total tomado en la estación de desarrollo es derivado del subsuelo (Grimme et al., 1981). Sin embargo, dependiendo de la precipitación durante la estación de desarrollo (cantidad de agua disponible en la superficie del suelo), el porcentaje varió sustancialmente de un año a otro, siendo aproximadamente 60 por ciento durante el año seco y aproximadamente 30 por ciento durante el año húmedo (Fleige et al., 1983). Aproximadamente el tres por ciento de la masa radicular total de alfalfa toma más que el 60 por ciento de los nutrientes totales del subsuelo durante períodos de sequía. Los factores más importantes del suelo que afectan el suplemento de nutrientes en las raíces de las plantas son la concentración de nutrientes en la solución del suelo, la tasa de nutrientes demandante y la cantidad de nutrientes altamente solubles en el suelo. En suelos secos la obstrucción mecánica es el factor dominante de stress, a través de factores químicos, así como una pérdida de contacto suelo-raíz. Incrementos de la humedad del suelo alivian estos factores de stress y la suplementación de nutrientes vía difusión y flujo de masa es máxima.

La Fertilización Nitrogenada y Potásica en la Nutrición del Cultivo

La cantidad de nitrógeno (N) presente en la litósfera es de casi cinco veces la existente en la atmósfera. Sin embargo, por el dinamismo del nitrógeno en el sistema suelo - planta y por el papel que desempeña el funcionamiento -

interno de la planta, es común encontrar suelos más deficientes en nitrógeno que en cualquier otro nutrimento. El nitrógeno se presenta en forma de nitrato, nitrito, sales amoniaca - les y amoniaco libre disuelto en el suelo. No obstante, la mayor parte del nitrógeno del suelo se encuentra en estado orgánico, ya sea en residuos nitrogenados de plantas y animales - (humus), en microorganismos o en compuestos orgánicos solubles como los aminoácidos y las amidas. Ya que las rocas no contienen nitrógeno o bien lo tienen en muy escasa cantidad, el reaprovisionamiento del suelo depende de la disgregación del humus y de la fijación del nitrógeno. El nitrógeno gaseoso que llena los espacios de aire del suelo no es accesible a la mayoría de las plantas, pero los microorganismos pueden fijarlo para formar compuestos nitrogenados tales como nitratos y amoniaco. Procesos tales como el movimiento del agua en el perfil, la mineralización de la materia orgánica nativa o agregada la movilización del nitrógeno, la nitrificación, el nitrógeno extraído por las plantas, la distribución y crecimiento de la raíz, la difusión del calor en el perfil, la fijación biológica del nitrógeno, la fijación del nitrógeno amoniacal en arcillas, la lixiviación de nitratos en el suelo, las pérdidas por volatilización y la desnitrificación afectan el contenido de nitrógeno del suelo. La mineralización de los compuestos nitrogenados (proceso realizado por bacterias y que involucra la aminización, amonificación y nitrificación), deja al nitrógeno en forma disponible para las plantas pero no siempre ocurren las condiciones propicias para la mineralización, pues depende de factores como la relación carbono-nitrógeno

(10 a 20), pH (5.5 a 10), la aireación y la temperatura del suelo. En los suelos cultivados las fuentes de nitrógeno - pueden ser los fertilizantes nitrogenados, tanto concentra- dos como orgánicos, las precipitaciones que arrastran el ni- trógeno pueden ser los fertilizantes nitrogenados, tanto - concentrados como orgánicos, las precipitaciones que arras- tran el nitrógeno de la atmósfera, el agua de riego (espe - cialmente si es residual), los residuos de cosecha, la fija- ción biológica por los organismos del suelo, etc. Este ni- trógeno del suelo está sujeto a un balance de entradas y sa- lidas como parte del ciclo del nitrógeno en la naturaleza.

El potasio es absorbido por las plantas en cantida- des mayores que cualquier otro elemento mineral exceptuando el nitrógeno y quizá el calcio. Este catión se encuentra en el suelo formando parte de compuestos inorgánicos, aunque - cantidades considerables puedan aparecer asociadas con mate- riales orgánicos en el humus. Se encuentra en minerales ta- les como el feldespato, la biotita, la montmorillonita y la anortita, en formas combinadas que no son accesibles directa- mente a las plantas, pero de las cuales se separan los co - rrespondientes cationes solubles después de la erosión. Gran- des depósitos en forma de sales de cloruros y sulfatos se - hallan en diversas áreas del mundo. La mayor parte del pota- sio intercambiable se encuentra asociado a partículas arci- llosas.

Suelo

Gracias a las grandes exigencias en cuanto a la -

aireación y a la fertilidad del suelo, la planta de pepino - se desarrolla mejor sobre suelos ricos y de buena estructura. Los suelos arcillosos no son adecuados para esta planta, puesto que su sistema de raíces no se desarrolla bien en tales - condiciones y queda relativamente débil. Los suelos arenosos son favorables para la siembra del pepino en los períodos de lluvia, porque el peligro del sobrehumedecimiento es menor. Además, en las condiciones que quedan después de haber llovido con más facilidad se realizan las distintas labores de - cultivo, pues este tipo de suelo seca más rápido. Sin embargo, en los períodos de sequía los suelos arenosos son menos favorables, porque es más difícil asegurar un balance de humedad uniforme.

Sin embargo, tanto los suelos pesados como los ligeros pueden hacerse favorables para la siembra del pepino si se les aplican mayores cantidades de abono orgánico.

Los suelos aluviales son los más favorecidos para la siembra del pepino. La reacción del suelo es más beneficiosa para el pepino cuando oscila desde ligeramente ácida hasta - neutra (pH 6.5 - 7).

Balance Nutricional

El pepino extrae del suelo, comparativamente, pocas cantidades de sustancias nutritivas. No obstante, a causa - de que el sistema de raíces es relativamente débil y a causa de su rápido crecimiento y desarrollo, la planta se muestra muy exigente respecto al balance nutricional. Por el -

ritmo de aprovechamiento de las sustancias nutritivas, esta planta se parece mucho a la espinaca, el rabanito, la lechuga, etc.

Para coordinar correctamente el crecimiento de los órganos vegetativos y la fructificación, y para conseguir producción de buena calidad, es necesario que las sustancias nutritivas en el suelo están en cantidad suficiente, en forma de fácil absorción y en correlación favorable.

El pepino extrae del suelo cantidades elevadas de potasio, moderadas de nitrógeno y menores de fósforo. Según datos de la Estación Experimental Zonal de Ucrania, al aplicar en el suelo (por hectárea), 60 kg de N, 60 kg de P_2O_5 y 60 kg de K_2O , las plantas de la variedad Nezhinski aprovecharon 93 por ciento del nitrógeno, 33 por ciento del P_2O_5 y 100 por ciento del K_2O (Guenkov, 1974). La necesidad de una cantidad suficiente de potasio en el suelo queda demostrada también por el hecho de que la ceniza del pepino contiene 53 por ciento de potasio. Pero, el pepino no soporta las sales clóricas del potasio y, por tanto, no deben emplearse en el fertilizante.

Si al principio de su desarrollo las plantas sufren escasez de nitrógeno, entonces el sistema de hojas no es de suficiente capacidad. Al mismo tiempo, si el suelo es muy rico en fósforo y potasio, las plantas se quedan pequeñas y aumentan la cantidad de flores masculinas. En el período en que se inicia el alargamiento de las guías, y también en el

de la fructificación, las plantas necesitan grandes cantidades de potasio. También una vez iniciadas las recogidas, es inconveniente realizar una aplicación adicional de nitrógeno con el objeto de impedir un envejecimiento prematuro de las plantas.

Según datos del propio autor, hasta el comienzo de la formación de los frutos, el pepino aprovecha el 20 por ciento de la cantidad total de sustancias nutritivas, extraídas del suelo. Cantidades mayores de sustancias nutritivas se extraen durante el período de la fructificación. Se considera que para obtener una tonelada de producción, se extraen del suelo 2.75 - 2.9 kg de N, 1.22 - 1.46 kg de P_2O_5 y 3.22 - 4.42 kg de K_2O .

Las raíces de las plantas de pepino son sensibles a la concentración de la solución del suelo. En caso de una concentración superior a 0.5 por ciento para plantas jóvenes y 19 por ciento para plantas viejas, las raíces pueden perecer.

Las grandes exigencias en relación con el balance nutricional de una parte, y la sensibilidad ante la concentración de la solución del suelo, por otra, obligan a aplicar los fertilizantes varias veces. Este modo de fertilizar se hace aún más necesario cuanto más favorable sean las condiciones ambientales para prolongar el período de la recogida y para obtener altos rendimientos.

Los pepinos muestran gran exigencia de abono orgánico. Aplicando abono orgánico se disminuye la probabilidad de aumentar la concentración de la solución del suelo, y se asegura también un paulatino y prolongado desprendimiento de sustancias nutritivas. De todos modos, la necesidad del abono orgánico será mayor cuanto más desfavorables sean las condiciones físicas del suelo. También se aplican grandes cantidades de orgánico cuando las condiciones favorecen una prolongación del ciclo vegetativo, con relación al período de la recogida.

Influencia de la Nutrición en Cultivos Hortícolas

Baker y Maynard (1972) señalan que la acumulación de cationes y $\text{NO}_3\text{-N}$ fue más alta en vástagos de pepino que en vástagos de chícharo en desarrollo, sin embargo, la nutrición de amonio suprimió la acumulación de cationes en pepinos pero no en chícharos. La actividad de nitrato reductasa y nitrógeno orgánico decreció con el incremento de la edad de las plantas de lechuga. Se sugiere que la acumulación de nitratos no es solamente un resultado de la variación en la capacidad de reducción entre cultivares (Blom y Eenink, 1986). Aworh et al. (1980) dice que la fertilización nitrogenada incrementó la acumulación de nitrato en la cosecha y acumulación de nitrito después de 15 días a 10°C , en espinacas. Cantliffe (1972a) menciona que aumentó la concentración de nitrógeno total en plantas de betabel con poco desarrollo en un fotoperíodo de ocho horas y disminuyó en fotoperíodos grandes. Los efectos de la fertilización de nitrógeno sobre la acumulación de nitratos

convino más aparentemente con cada 5°C de aumento en la temperatura de 25°C. Cambios en el total de nitrógeno fue correlacionado con cambios en nitrato cuando el fertilizante nitrógeno fue adicionado al suelo o cuando la temperatura fue cambiada en el cultivo de la espinaca y el nitrito no se acumuló apreciablemente en cualquiera de las seis temperaturas o tres niveles de fertilización de nitrógeno usado (Cantliffe, 1972b). Elamin y Wilcox (1986a) señalan que el desarrollo del vástago y la raíz del melón fue muy grande cuando este se desarrolló con una tasa de $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ de 14:98, incrementando el amonio en la solución más allá de 14 ppm, en la mezcla del nitrógeno resultó en una disminución del desarrollo. Incrementando la concentración de manganeso en la solución nutritiva a 20 ppm restringió el desarrollo en la relación de $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ menor o igual a uno. Hartman et al. (1986) y Davis et al. (1986) mencionan que el peso de frutos en tomate fue reducido significativamente cuando se suplió alguna parte del nitrógeno en forma de amonio. Con cada incremento de amonio en la tasa de nitrógeno, se incrementó el fósforo en el tejido mientras que el potasio, calcio y magnesio decrecieron. También en el cultivo de la papa cuando el amonio es la forma exclusiva de nitrógeno útil en la planta, esto es detrimental para el desarrollo de la planta haciendo caso omiso del estado de desarrollo. Elamin y Wilcox (1986b) indican que las plantas de sandía produjeron el mayor desarrollo en todos los niveles de manganeso con nitrógeno suplementado con nitrato, el mínimo con amonio e intermedio por el cambio de amonio a nitrato en el tratamiento. Con amonio los tratamientos de manganeso no

U. A. A. A. N.

00734

desarrollaron síntomas de toxicidad ni tuvieron efecto sobre el desarrollo.

Adams (1982) señala que el análisis de la savia extractada de pecíolos podría ser usada para un rápido y exacto estado de potasio de plantas maduras amarillas de pepino, midiendo el estado del potasio en el amarillamiento de plantas maduras de pepino. Ulrich y Fong (1969) dicen que las puntas de las hojas de papa recientemente maduras fueron relativamente constantes en la concentración de potasio, mientras que en el pecíolo cambiaron rápidamente con el desarrollo y con el suplemento de potasio. El sodio fue grandemente excluído de los tejidos de las hojas mientras el calcio y el magnesio fueron altos con bajo suplemento potasio. Los niveles críticos de potasio fueron de 2.3 por ciento para los pecíolos y 1.1 por ciento para el tejido de la hoja. Peck y Mac Donald (1986) mencionan que incrementando la tasa de cloruro de potasio se incrementó la concentración de potasio y zinc pero decreció calcio y magnesio en la punta de las hojas de coliflor, brócoli y col de Bruselas. Incrementando las tasas de superfosfato y cloruro de potasio aceleró la maduración e incrementó la producción de coliflor y brócoli en la secuencia de cosecha, mientras que el col de Bruselas fue el que respondió menos. Incrementando la tasa de cloruro de potasio aumentó la incidencia de tallos huecos en coliflor y brócoli. Picha y Hall (1981) indica que cuatro cultivares de tomate desarrollaron un incremento del desorden de abscisión de frutos sin adición de potasio que con éste durante la estación de primavera.

Riekels (1972) señala que con altas precipitaciones los rendimientos se incrementaron al aumentar el nitrógeno, 221,375 kg/ha de N fue requerido para el desarrollo y maduración normal en cebollas que, recibiendo menos de 110,687 kg/ha de N, fue deficiente en nitrógeno y se olvidó la oportuna maduración. Wiedenfeld (1986) dice que aplicaciones divididas y al aclareo incrementaron en muchos casos el contenido de nitrógeno en pecíolos, sobre aplicaciones pretransplante. La temprana disponibilidad de nitrógeno pareció necesaria para beneficiar al tamaño del fruto y el rendimiento en melón y chile, mientras que aplicaciones divididas retrasadas incrementó sólo el contenido de nitrógeno en plantas. García (1987) cita que el nitrógeno redujo el efecto de la salinidad cuando ésta es baja y que ésta tuvo un efecto negativo al reducirse la acumulación de materia seca en hojas, raíz, tasa de crecimiento relativo (TCR), el índice de asimilación (AI) y tasa de asimilación neta (TAN). Stroehlein y Oebker (1979) indican que análisis de muestra de tallos y pecíolos para nitratos pareció ser un buen indicador del estado del nitrógeno a la planta. Valores de nitrato de 8000-10000 ppm resultó deficiente de nitrógeno al tiempo de la cosecha disminuyó el rendimiento y dió un abundante cuajado del fruto en el cultivo de chile.

MATERIALES Y METODOS

Localización y Caracterización de Lote Experimental

El experimento se realizó en la región hortícola del Municipio de Ramos Arizpe, al norte de esta ciudad en el Rancho "San Simón", a 25°47' latitud norte y 101°06' longitud oeste, con una altitud de 1000 msnm, aproximadamente a 57 km de Saltillo, Coahuila, como se muestra en la Figura 3.1.

Suelo

La Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1974) en las cartas G14 C13, clasificó al suelo como un Zolonchak órtico, con profundidad mayor de 100 cm, drenaje interno bueno, precipitación media anual de 300 mm, temperatura anual de 20°C, pendiente moderada uniforme, lluvia no suficiente para siembra de temporal, se presentan heladas, no hay inundaciones, no se observa erosión, ligera susceptibilidad a la erosión si se desmonta, se observa algo de salinidad, el material madre es la lutita arenisca, carbonatos y bicarbonatos muy elevados, origen aluvión y como uso del suelo agrícola con riego. Todas estas características permiten que el suelo se clasifique como un Zolonchack órtico, con epipedon ócrico y endopedón cámbico. Las características químicas, físicas y morfoedafológicas se presentan en los Cuadro 3.1 y 3.2.

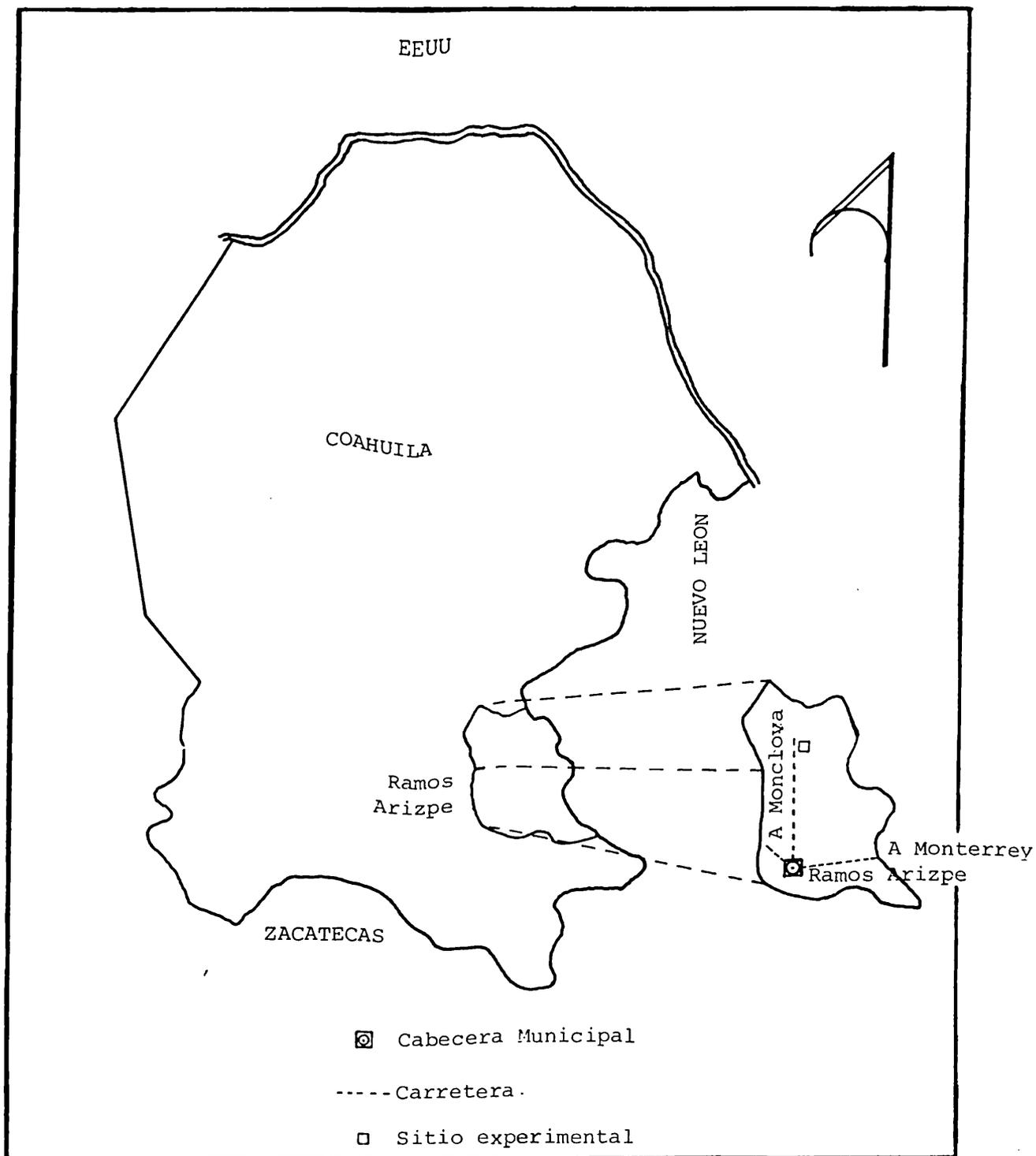


Figura 3.1. Localización geográfica del sitio experimental Rancho San Simón, Mpio. de Ramos Arizpe, Coahuila, donde se realizó el presente estudio.

Cuadro 3.1. Características químicas del sitio experimental (CETENEL, 1974)

Horizonte	Prof. (cm)	pH 1:1	M.O. %	C.E. mmhos/cm	SB %	C.I.C.T. meq/100g	Reacción al HCl	Na meq/100g	Saturación de Na %	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g
A	0-15	8.4	1.0	2	100	13.3	muy fuerte	0.1	15	0.9	16.3	0.9
B21	15-50	7.8	1.6	6	100	15.0	muy fuerte	0.2	15	0.6	21.3	1.2
B22	50-125	7.7	1.4	8.6	100	27.3	muy fuerte	0.2	15	0.5	21.9	1.9

pH: potencial de hidrógeno

MO: materia orgánica

CE: conductividad eléctrica

SB: saturación de bases

CICT: capacidad de intercambio catiónico

Cuadro 3.2. Características físicas y morfológicas del sitio experimental (CETENAL, 1974)

Horizonte	Prof. (cm)	Pend. (%)	Granulometría			Textura (lab)	Estructura			Color	
			A	L	Ar		Forma	Tamaño	Desarrollo	Húmedo	Seco
A	0-15	0-1	24	44	32	Franco	Bloques subangulares	Fina	Débil	7.5 YR 5/4	7.5 YR 7/4
B21	15-50		26	20	54	Migajón	Bloques subangulares	Fina	Moderado	7.5 YR 4/3	7.5 YR 6/3
B22	50-125		48	12	40	Arcilla	Bloques subangulares	Fina	Moderado	7.5 YR 4.5/3	7.5 YR 6/3

A: arena (%)

L: limo (%)

Ar: arcilla (%)

En el sitio donde se realizó el experimento, anteriormente no estaba bajo cultivo, predominaba vegetación nativa, por lo tanto, se procedió a muestrear a dos profundidades el sitio experimental, para hacer los análisis físico-químicos del suelo y la curva de retención de humedad.

Se hizo la curva de retención de humedad al inicio del experimento mediante el método de ollas de presión, con muestras de suelos a profundidad de 0-20 y 20-40 cm.

En la Figura 3.2 se describe la curva de retención de humedad, en términos de potencial matricial (bars) en función del contenido de humedad (cm^3/cm^3).

El análisis físico-químico del suelo realizado en el sitio del experimento antes de su establecimiento, se muestra en el Cuadro 3.3.

Agua

El agua que se utilizó para el riego proviene del subsuelo, la cual se extrae por bombeo y es almacenado en una 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 ($\text{CE} \times 10^6$) en el Laboratorio de salinidad del Departamento de Riego y Drenaje (UAAAN), se tomaron cuatro muestras, una en el pozo, la segunda en la pila, la tercera en el canal principal y la cuarta en la parcela experimental. Con los valores obtenidos (Cuadro 3.4) el agua

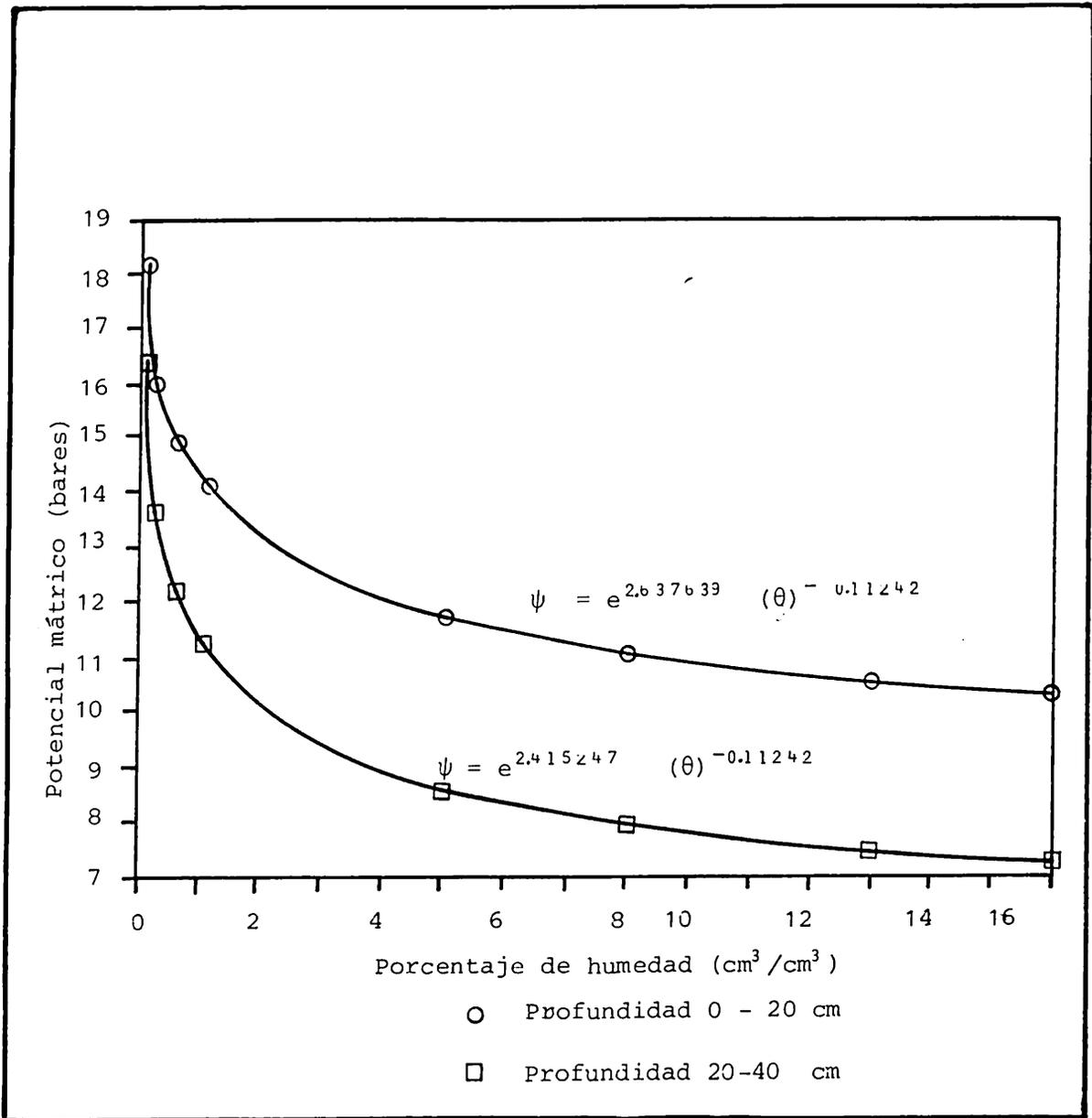


Figura 3.2. Curvas de retención de humedad del suelo para los estratos de 0-20 y 20-40 cm de profundidad.

Cuadro 3.3. Resultados obtenidos de las características físico-químicas del suelo antes del establecimiento del experimento. Rancho San Simón, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Verano de 1988.

Característica	Método empleado	Estratos (cm)		Clasificación	
		0-20	20-40	0-20 cm	20-40 cm
Materia orgánica	Walkley-Black	1.3	0.72	Mediano	Medianamente pobre
Nitrógeno total	Kjeldhal	0.0655	0.036	Pobre	Extremadamente pobre
Fósforo aprovechable (kg/ha)	Olsen	8.1	9.45	Muy pobre	Muy pobre
Potasio intercambiable (kg/ha)	Cobálnitrito de sodio	900.0	697.5	Extremadamente rico	
Reacción del suelo pH (2:1)	Potenciómetro	7.94	7.86	Medianamente alcalino	
Carbonatos totales (%)	Titulación con NaOH 1N	21.85	20.3	Mediano	Bajo
Conductividad eléctrica mmhos/cm a 25°C (ds/m)	Puente de Wheatstone	3.26	3.96	Ligeramente salino	Medianamente salino
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)	Acetato de amonio	6.5	7.8	Caolinita	Caolinita
% arena	Hidrómetro de Bouyoucos	55.8	47.6		
% limo	Hidrómetro de Bouyoucos	17.6	21.6		
% arcilla	Hidrómetro de Bouyoucos	26.8	30.8		
Textura	Triángulo de texturas (USDA)			Migajón arcillo arenoso	
Densidad aparente (g/cc)	Extractor de núcleos	1.41	1.43		
Densidad de sólidos (g/cc)	Picnómetro	2.7	2.7		
Capacidad de campo (%)	Ollas de presión	14.94	17.65	Bajo	Bajo
Punto de marchitamiento permanente	Ollas de presión	7.45	10.71	Bajo	Bajo
Humedad aprovechable (%)	Calculado	7.49	6.94	Bajo	Bajo
	H.A. = PwCC - PwPMP				

Cuadro 3.4. Análisis químico del agua de riego. Rancho San Simón, Ramos Arizpe, Coahuila. Verano 1987.

Determinación	Método	Valor obtenido
pH	Potenciómetro	7.20 (Neutra)
C.E. (mhos/cm)	Puente de Wheatstone	2500.0
Carbonatos (meq/lt)	Titulación	0.36
HCO ₃ (meq/lt)	Titulación	3.00
Ca ⁺⁺	Titulación	18.50
Mg ⁺⁺ (meq/lt)	Titulación	1.05
Cl ⁻ (meq/lt)	Titulación	6.4
SO ₄ ⁼ (meq/lt)	Titulación	23.29
Na ⁺ (meq/lt)	Titulación	5.2
K ⁺ (meq/lt)	Titulación	---

se clasificó como C₄S₁; según el manual No. 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1985). Se consideró como agua de salinidad muy alta, no puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se puede necesitar prácticas especiales de control de salinidad en cuanto a sales (C₄) en cuanto a sodio (S₁) se considera agua baja en sodio, puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. De acuerdo a la proporción de carbonatos y sulfatos, pertenece a la clase II. Al concentrarse el agua en el suelo, parte del magnesio y el calcio se precipitan en forma de carbonatos. Todo el magnesio restante permanece en la solución. El calcio restante precipita en forma de sulfato de calcio. De acuerdo al contenido de cloro y a la salinidad potencial, el agua es recomendable. De acuerdo a la

salinidad efectiva, el agua es condicionada y al porcentaje de sodio posible es agua de buena calidad.

Clima

García (1981) indica que el clima predominante en Ramos Arizpe es BSoKX'(e), considerado como seco, templado, con verano cálido, lluvias todo el año, pero escasas, y además extremoso.

En la Figura 3.3 se presenta el Climograma de Gausson (Mendoza, 1983).

Descripción de los Tratamientos y Diseño Experimental

Se estudiaron tres factores de la producción, a saber: programas de riego, acolchado de suelo y niveles de fertilización, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con parcelas subdivididas siendo la parcela grande los programas de riego, por su facilidad en el manejo; la parcela mediana, el acolchado del suelo; y la parcela chica los niveles de fertilización, teniéndose un factorial $2 \times 2 \times 3$ con 12 tratamientos, 4 repeticiones y 48 unidades experimentales.

Los tratamientos establecidos se describen en el Cuadro 3.5.

Las dimensiones de la parcela experimental fueron ocho surcos de 5m de largo, separados a 1.85 m, correspondiendo a la parcela útil los dos surcos centrales, con una longitud de 4 m. La Figura 3.4 muestra la distribución de

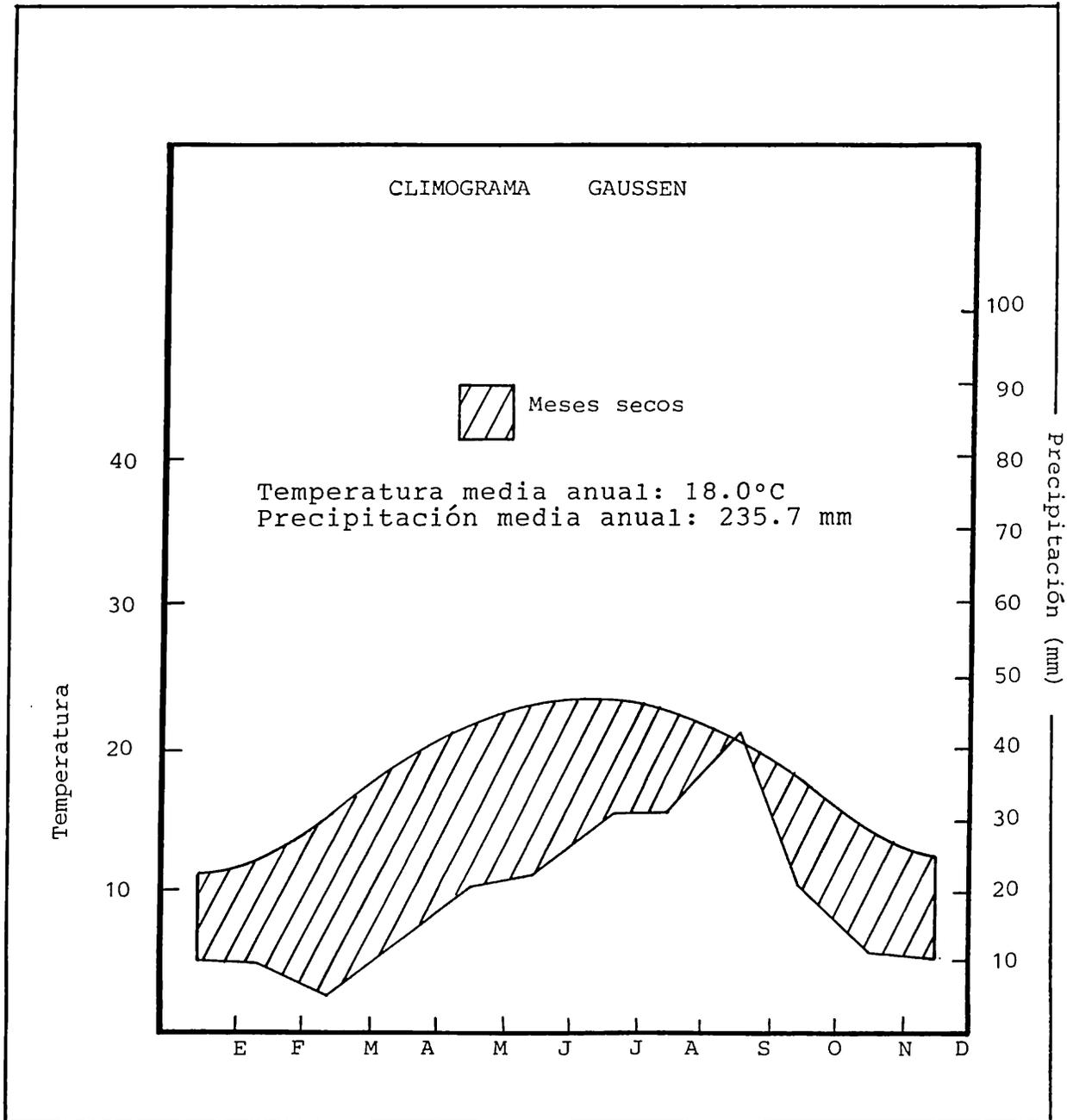


Figura 3.3. Climograma Gausse para Ramos Arizpe, Coahuila

los tratamiento en el campo.

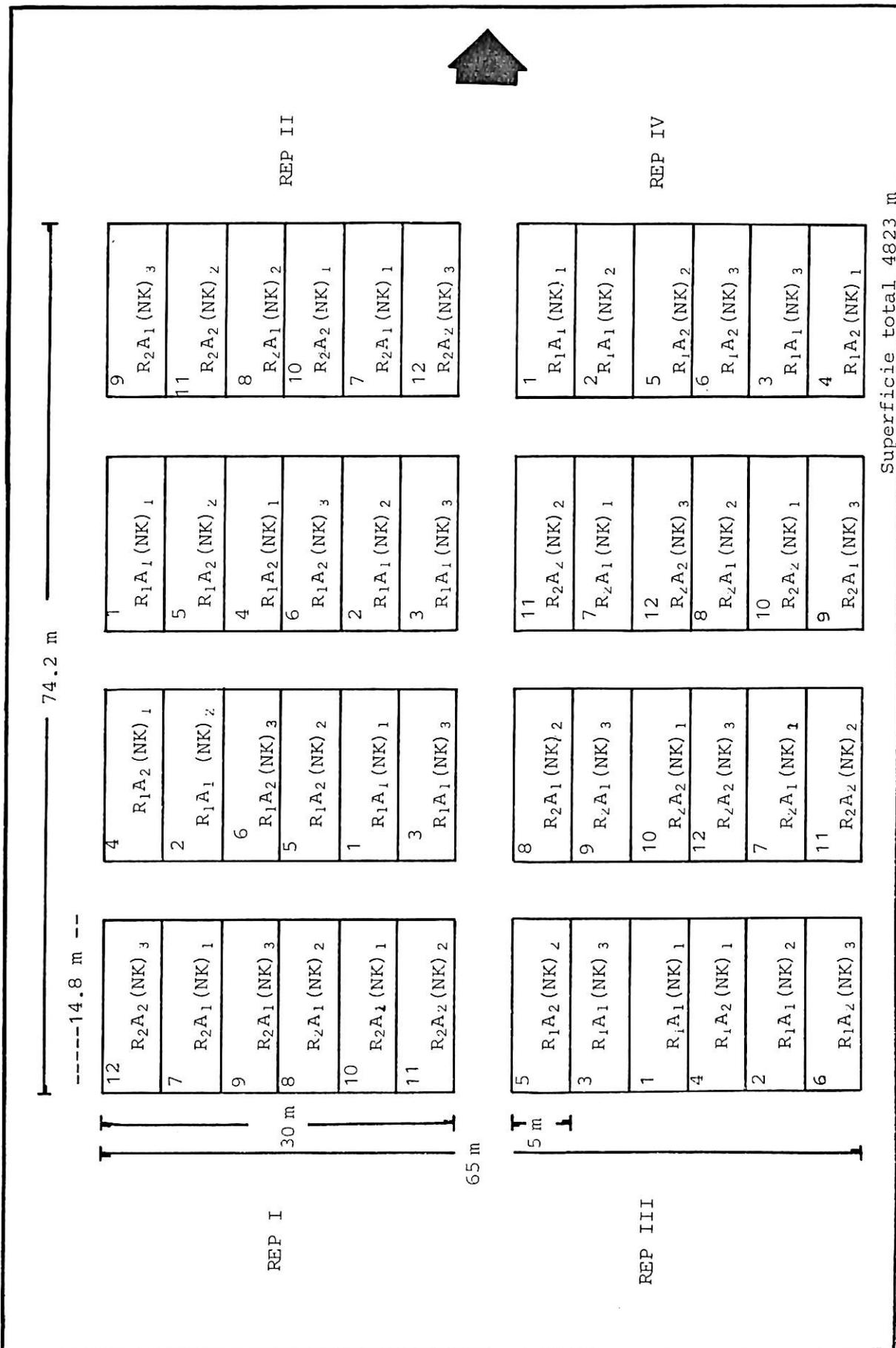
Los niveles de nitrógeno y potasio consisten en un nivel bajo, uno medio y un nivel alto, 75, 150 y 225 respectivamente.

Cuadro 3.5. Descripción de tratamientos

Factor	Clave	Nivel	Descripción
Riego	R	R ₁	Riego testigo
		R ₂	Riego modificado
Acolchado	A	A ₁	Acolchado
		A ₂	Sin acolchar
Relación de nutrientes	(NK)	(NK) ₁	Nivel bajo de nitrógeno y potasio
		(NK) ₂	Nivel medio de nitrógeno y potasio
		(NK) ₃	Nivel alto de nitrógeno y potasio
No. de	Clave	Descripción	
1	R ₁ A ₁ (NK) ₁	Acolchado	Nivel bajo de N y K
2	R ₁ A ₁ (NK) ₂		Nivel medio de N y K
3	R ₁ A ₁ (NK) ₃		Nivel alto de N y K
4	R ₁ A ₂ (NK) ₁	Sin acolchar	Nivel bajo de N y K
5	R ₁ A ₂ (NK) ₂		Nivel medio de N y K
6	R ₁ A ₂ (NK) ₃		Nivel alto de N y K
7	R ₂ A ₁ (NK) ₁	Acolchado	Nivel bajo de N y K
8	R ₂ A ₁ (NK) ₂		Nivel medio de N y K
9	R ₂ A ₁ (NK) ₃		Nivel alto de N y K
10	R ₂ A ₁ (NK) ₂	Sin acolchar	Nivel bajo de N y K
11	R ₂ A ₂ (NK) ₂		Nivel medio de N y K
12	R ₂ A ₂ (NK) ₃		Nivel alto de N y K

Las fuentes de nitrógeno fueron de sulfato de amonio y de potasio, el cloruro de potasio.

La variedad a utilizar será Regal F₁ de pepino pickle en una densidad de siembra de 36,036 plantas/ha y una separación entre plantas de 15 cm, haciendo el aclareo cuando las plantas presenten dos hojas verdaderas (aproximadamente de 10



Superficie total 4823 m

Figura 3.4 Distribución de los tratamientos en campo

a 12 días dejando una planta por golpe.

Acolchado de Suelo. Se estudiaron dos niveles;

Acólchado de suelo con polietileno negro opaco de 35 micras de espesor y 1.50 de ancho, se utilizaron 40 kg en todo el experimento.

El segundo nivel lo constituyó el testigo sin acolchar.

Programas de riego. Se estudiaron dos niveles:

Riego testigo y riego modificado. El primero consiste en lo siguiente: después de la siembra se dió un riego pesado a trasporo, evitando el encharcamiento en las partes bajas del suelo. El primer riego se dio cuando la planta tenía cuatro hojas verdaderas. El segundo riego se dio al inicio de la floración. El tercer riego se dió a la formación del fruto. El cuarto riego se dió al inicio de la maduración de los primeros frutos. El quinto riego se efectuó después del primer corte o cosecha parcial, después de este riego se dió un riego semanal durante el resto del ciclo del cultivo y el riego modificado es igual al anterior, pero el primer riego se dió cuando la planta tenía dos hojas verdaderas y los siguientes coincidieron con el riego de la región.

Niveles de Fertilización. Se estudiaron tres niveles de nitrógeno y niveles de potasio.

Prácticas Agrícolas

Preparación del Terreno

Se inició la preparación del terreno con una nivelación del suelo haciéndose un levantamiento topográfico para saber la orientación de los surcos y las regaderas, después de esto se barbechó y se rastreó. A continuación se marcó - la parcela experimental y se construyeron las regaderas el 17 de agosto de 1986.

Aplicación de Tratamientos

Los niveles de nitrógeno y potasio aplicados fueron un nivel bajo, un testigo y un nivel alto, 75, 150 y 225 - respectivamente.

El nivel de fósforo se mantuvo constante en todos - los tratamientos. La fuente de fósforo que se manejó fue superfosfato triple en todos los tratamientos, aplicándose todos los tratamientos con los niveles de fertilización correspondiente al 19 de agosto de 1986.

Una vez fertilizado, se colocó el plástico sobre el lomo del surco, esta colocación se hizo antes de hacer la - siembra. El plástico se fijó al terreno utilizando suelo del mismo sitio experimental, de tal manera que en el fondo de - la regadera quedó una separación entre las películas de plástico de unos 5-10 cm, aplicándose todos los tratamientos con acolchado respectivamente, el 23 de agosto de 1986 y se descopetaron los surcos que no se acolcharon.

La perforación del plástico se hizo a 15 cm entre plantas con tubos calientes de una pulgada de diámetro, las perforaciones se efectuaron en forma de círculos para que el plástico no se desgarrara con el viento. El 23 de agosto de 1986 se perforó el plástico de todos los tratamientos acolchados, quedando como se muestra en la Figura 3.5.

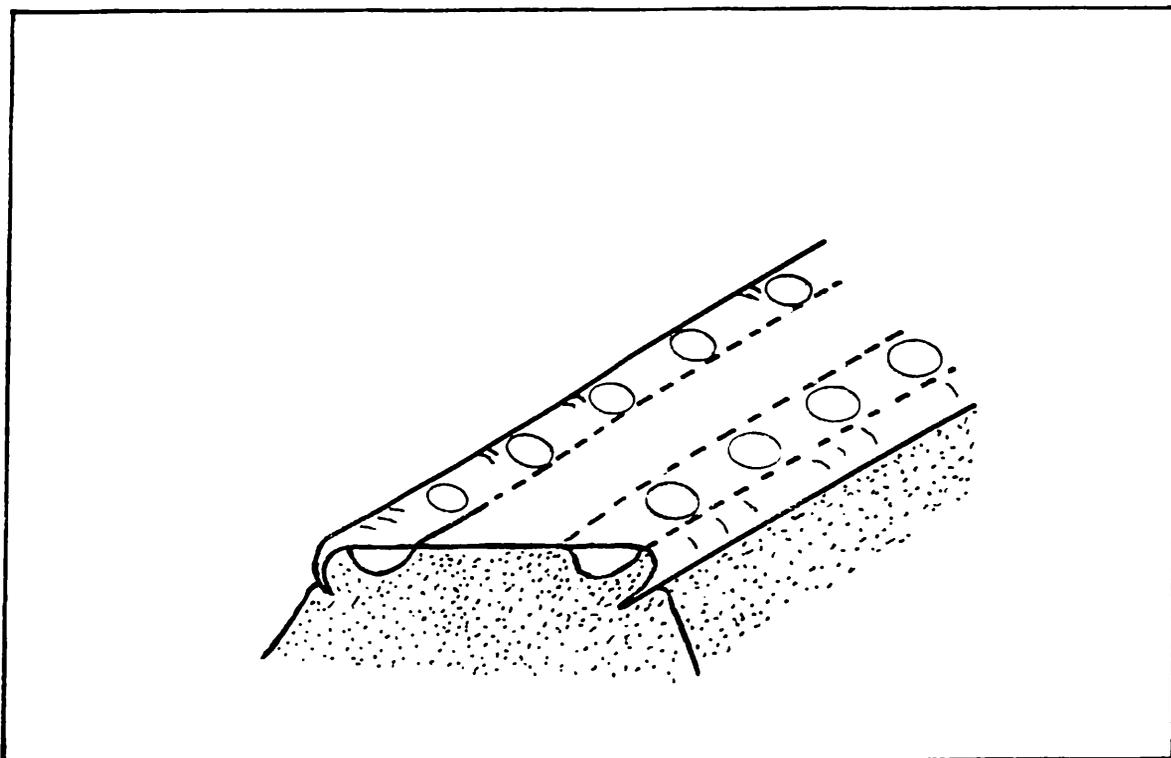


Figura 3.5. Aplicación del acolchado

Siembra y Establecimiento

El 26 de agosto de 1986 se sembró, depositando dos semillas por golpe a una profundidad de 2-3 cm; la distancia entre surcos fue de 1.85 m y entre plantas de 15 cm.

La emergencia empezó tres días después de la siembra, viéndose que emergieron primero los tratamientos con acolchado.

A los 15 días de la siembra se aclaró el cultivo dejando solamente una planta por golpe.

Prácticas Culturales

A los 40 días de la siembra se aplicó un fungicida preventivo a todo el experimento y se acomodaron las guías del cultivo en las camas y a los 48 días se volvió a aplicar un fungicida además de un insecticida para combatir el pulgón y se deshirió.

Evaluación de los Tratamientos

Variables Medidas al Suelo

Se determinó densidad aparente antes de sembrar y después del último corte, con el extractor de núcleos.

Se determinó la estabilidad hídrica de los agregados en diversos diámetros, utilizando el método de Tiulín-Erickson después del último corte para los tratamientos acolchados y sin acolchar, obteniendo el porcentaje de agregación mediante la siguiente fórmula, propuesta por Eduard Strickling.

$$\text{Porcentaje de agregación} = \frac{\text{Peso de estabilidad} - \text{peso de 0.5 a 4.7 mm} \times 100}{\text{Peso de la muestra total}}$$

Se midió la temperatura del suelo con un teletermómetro a mediados y a final del ciclo en cuatro partes: al ras

del plástico, en la superficie del suelo, a 6 cm y a 12 cm de la superficie del suelo en cada tratamiento.

Comportamiento Hídrico en el Suelo

Se hicieron muestreos gravimétricos de humedad antes de cada riego. El muestreo se realizó a dos estratos: a 0-20 y 20-40 cm de profundidad, mediante barrenas de una pulgada de diámetro.

Variables Medidas a la Planta

Se evaluó la precocidad de emergencia, en cada tratamiento de las cuatro repeticiones.

Las plantas que se utilizaron para evaluar las variables en estudio fueron etiquetadas y correspondió a las que tuvieron competencia completa.

Se evaluó la precocidad de floración y formación de fruto en cada tratamiento de las cuatro repeticiones.

Se determinó la longitud de plantas al inicio del cultivo y en la floración en cada tratamiento en las cuatro repeticiones en ocho plantas al azar.

Se hizo un análisis foliar y un análisis bromatológico al fruto al primer corte.

Se evaluó el rendimiento y el número de frutos por corte y el promedio de todos los cortes en cada tratamiento en las cuatro repeticiones en ocho plantas al azar.

Métodos Estadísticos

- Prueba de normalidad en base a aproximaciones hechas sobre el método Shapiro-Wilk-Francia, reportadas por Canales (1987).
- Análisis de varianza del diseño bloques al azar en parcelas subdivididas.
- Pruebas de medias (diferencia mínima significativa DMS)
- Regresión lineal múltiple por pasos (Tipo Step wise)
- Correlación lineal
- Regresión lineal
- Ajuste polinomial
- Regresión no lineal (exponencial y logarítmica) -

RESULTADOS Y DISCUSION

VARIABLES MEDIDAS AL SUELO

Densidad Aparente (g/cm^3)

Se obtuvieron valores de 1.24 y 1.44 g/cm^3 para los tratamientos acolchados y sin acolchar respectivamente, lo cual indica que son diferentes.

Entre menor es la densidad aparente mayor es el porcentaje de agregación, porcentaje de humedad y longitud de plantas, por lo cual estas características tienen una correlación negativa altamente significativa, como se puede observar en las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3. Lo anterior concuerda con Narro (1987), Taylor y Ashcroft (1972) y Baver *et al.* (1980) en lo que el incremento en la densidad aparente puede ser causado por una baja estabilidad de agregados, reducción del espacio poroso y de materia orgánica, que el contenido de humedad es un factor decisivo en la estabilidad de la estructura, que en este tipo de suelo es limitante para la penetración de la raíz y el desarrollo más rápido.

El decremento en la densidad aparente se atribuye a la mayor degradación de la materia orgánica, por lo tanto, propicia una mayor estabilidad de los agregados en los tratamientos acolchados.

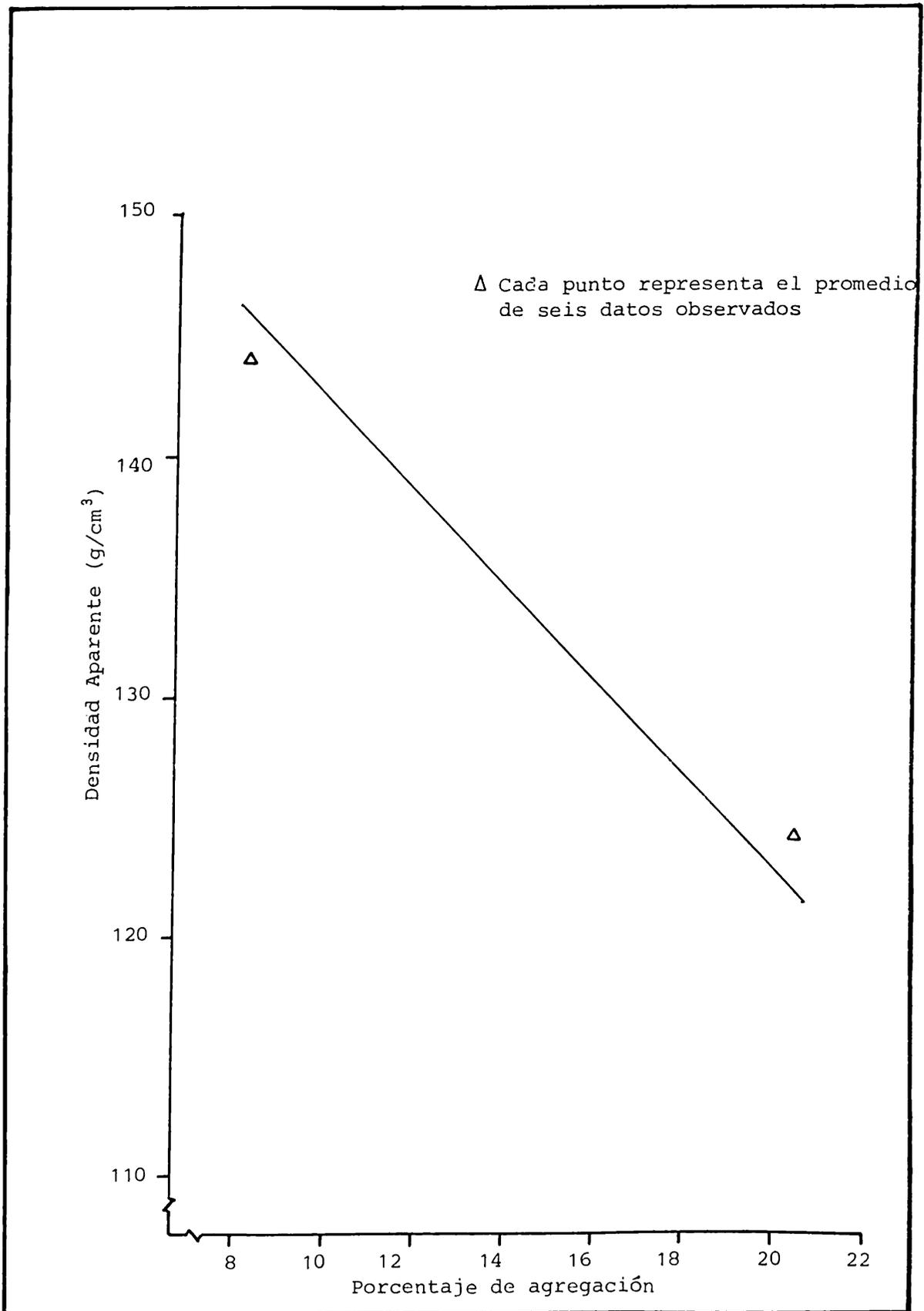


Figura 4.1. Cambio del porcentaje de agregación en relación con la densidad aparente.

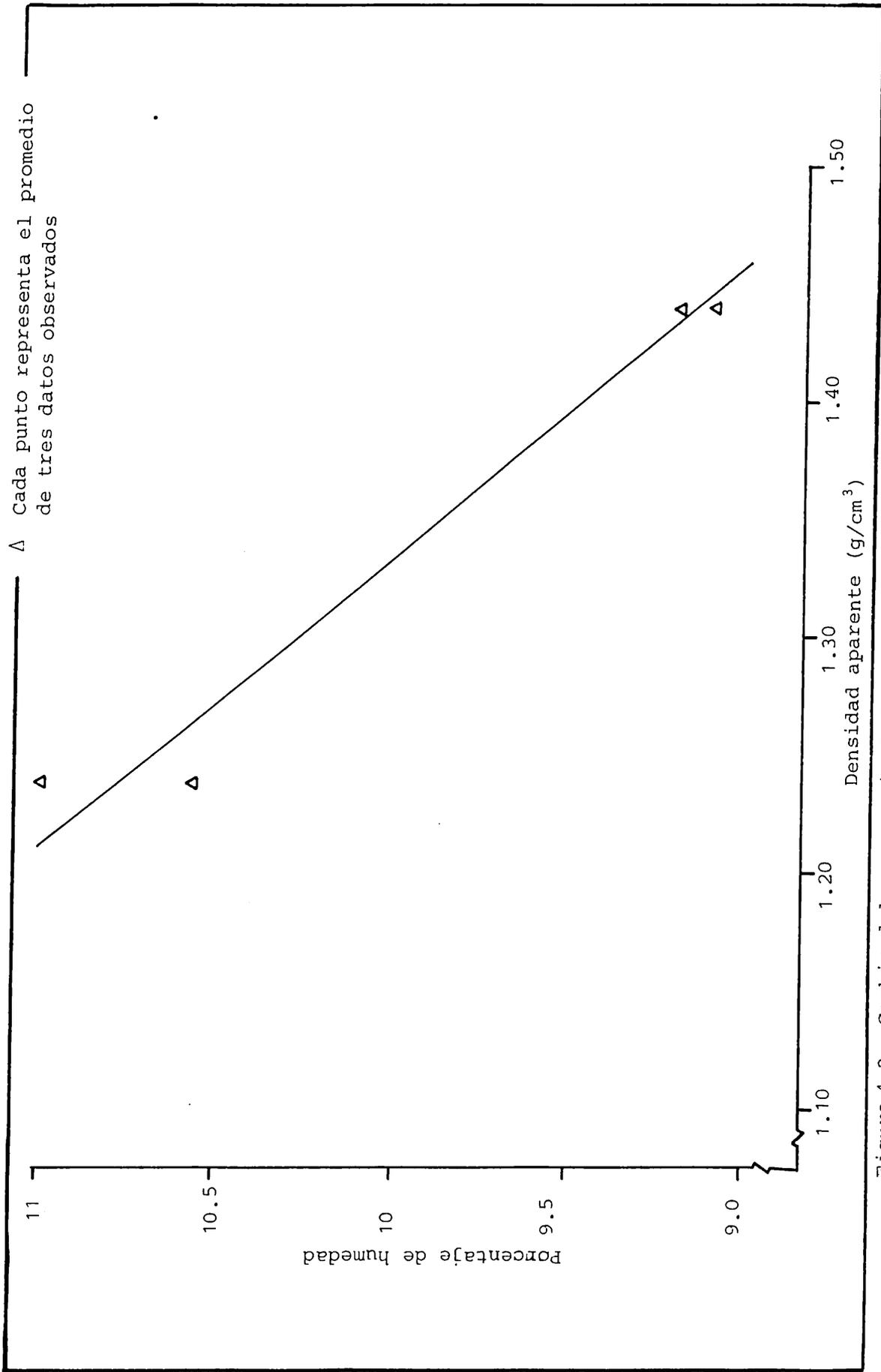


Figura 4.2 . Cambio del porcentaje de humedad en relación con densidad aparente

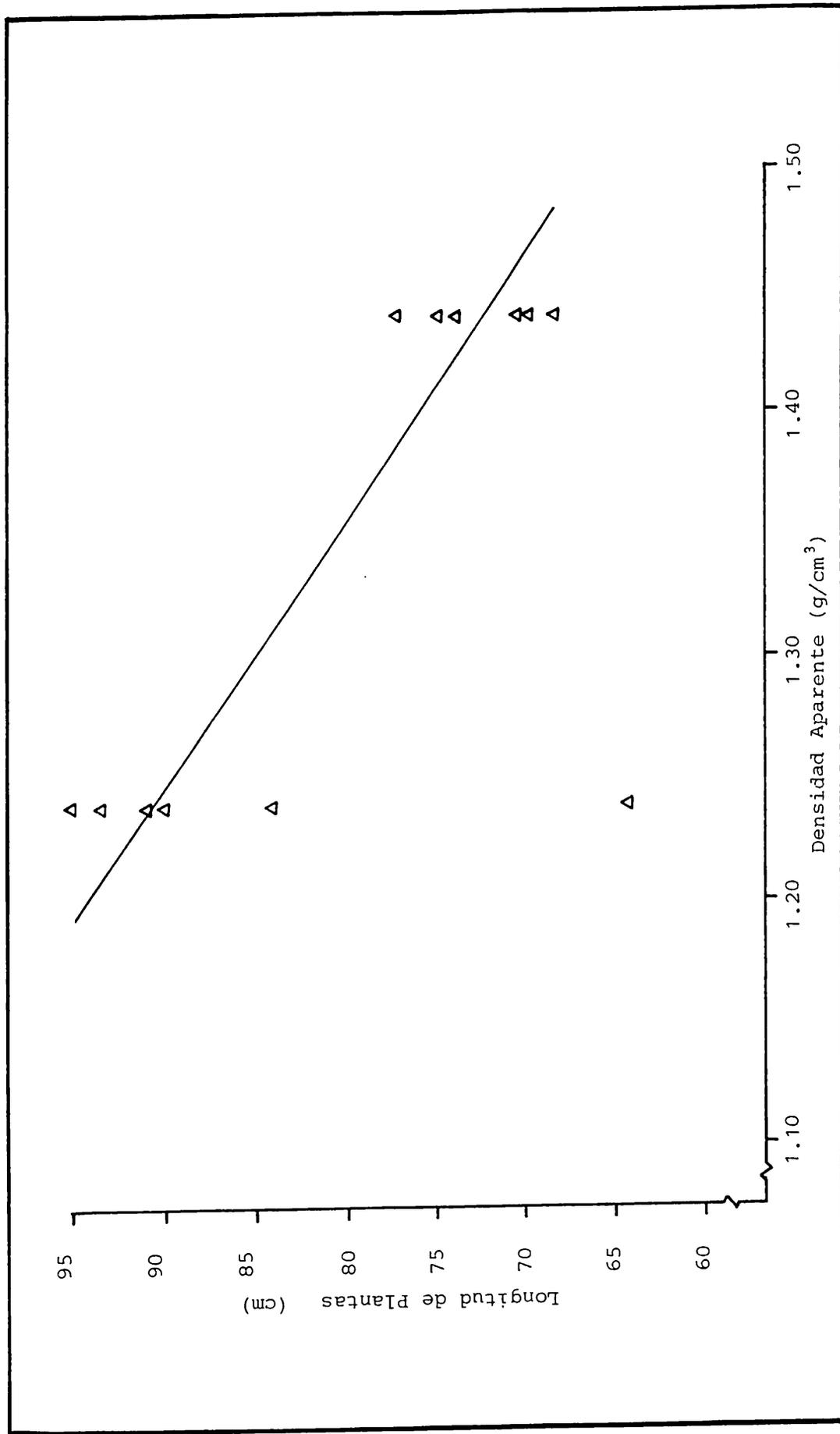


Figura 4.3. Efecto de la densidad aparente sobre la longitud de plantas

Estabilidad de Agregados

Las medias para los tratamientos acolchados y sin acolchar fueron de 20.66 y 8.21 por ciento de agregación respectivamente, lo cual indica diferencias en la estabilidad de los agregados.

Entre más alto es el porcentaje de agregación, aumenta la longitud de plantas, número de hojas, el rendimiento del pepino pickle y porcentaje de humedad, por lo cual estas características correlacionan altamente. Mientras que mayor es el porcentaje de agregación, menor es la densidad aparente por lo que hay una correlación negativa altamente significativa, lo cual se observa en las Figuras 4.4 a 4.7; Taylor y Ashcroft (1972) y Narro (1987) coinciden con lo antes expuesto, ya que la estructura del suelo no afecta directamente a la planta, pero opera a través de alguno de los factores como aereación, compactación, agua y temperatura. La raíz penetra más fácilmente y más rápidamente dentro de un suelo que está compuesto de agregados estables de cerca de 2 a 6 mm de diámetro, esto es, usualmente se presenta con más rápido desarrollo vegetativo lo cual resulta en altos rendimientos. Los cultivos que no requieren de labranza restituyen los agregados destruidos por el mal manejo.

Esto concuerda con PRONAPA (1985) que menciona que la cobertura del suelo con plástico sirve también para mantener agregados estables en la estructura del suelo, lo que favorece su aereación, ya que la cobertura protege la superficie del suelo de la erosión causada por la lluvia o el viento, ayudan

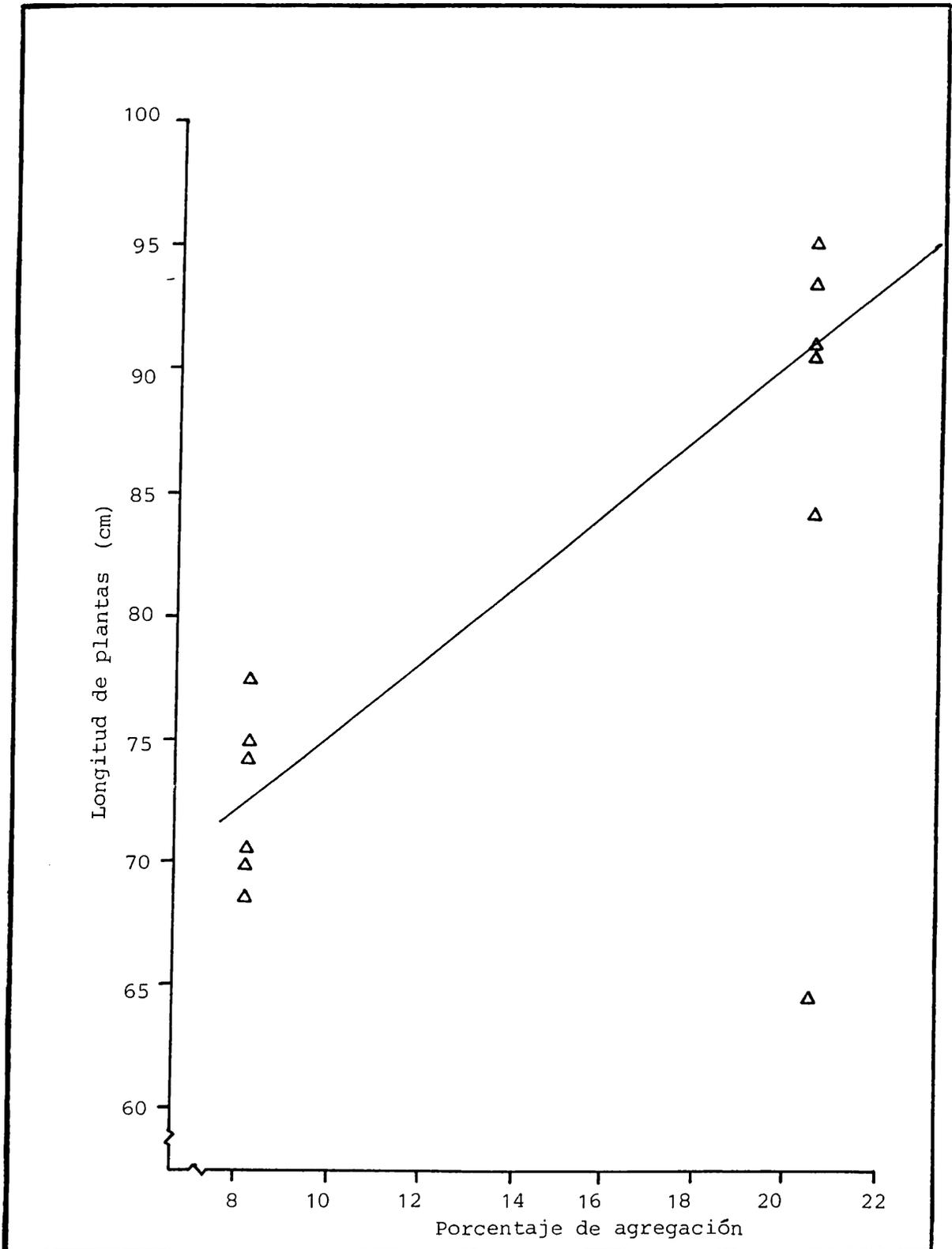


Figura 4.4. Influencia del porcentaje de agregación sobre la longitud de plantas

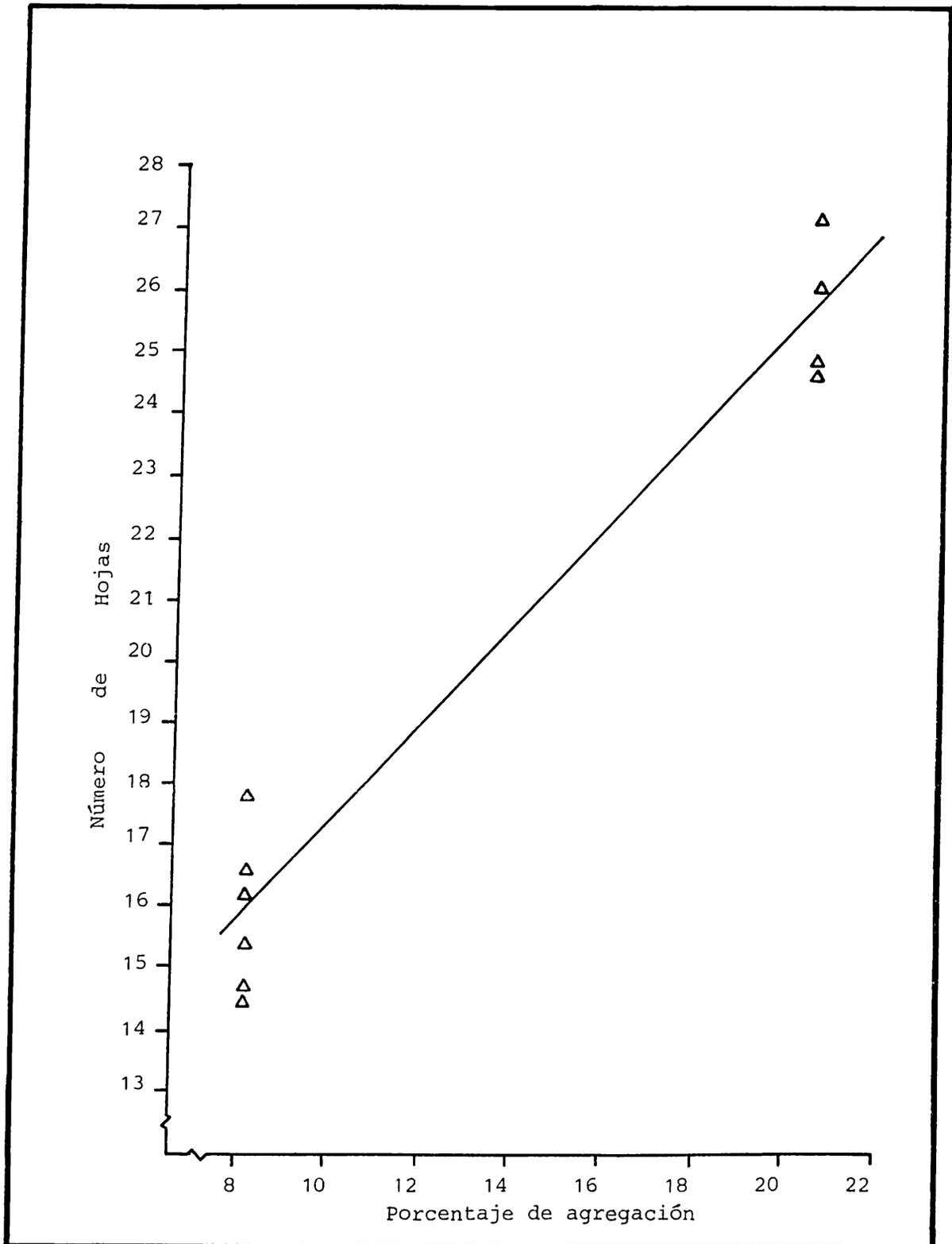


Figura 4.5. Influencia del porcentaje de agregación sobre el número de hojas

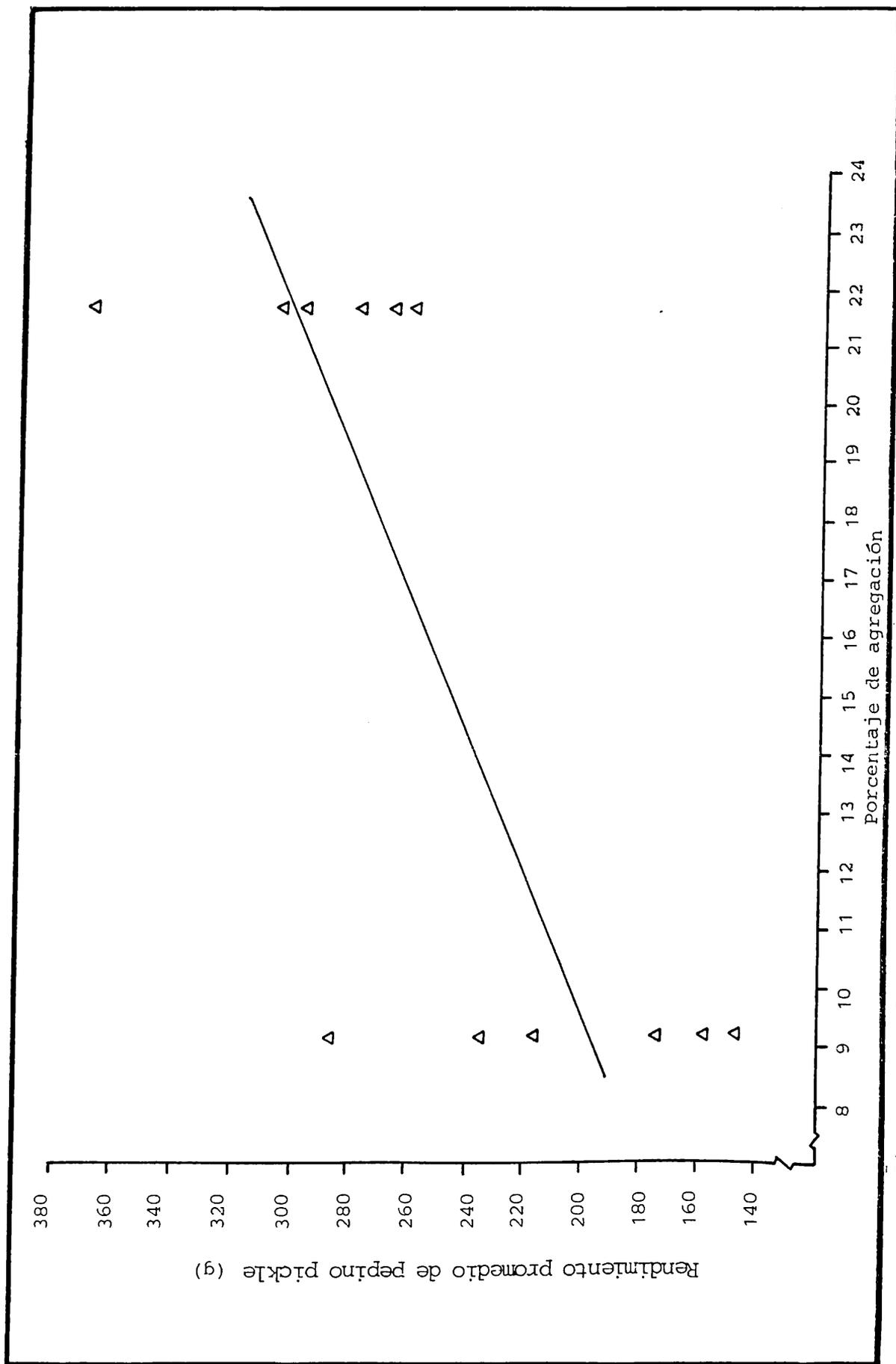


Figura 4.6. Efecto del porcentaje de agregación sobre el rendimiento del pepino pickle

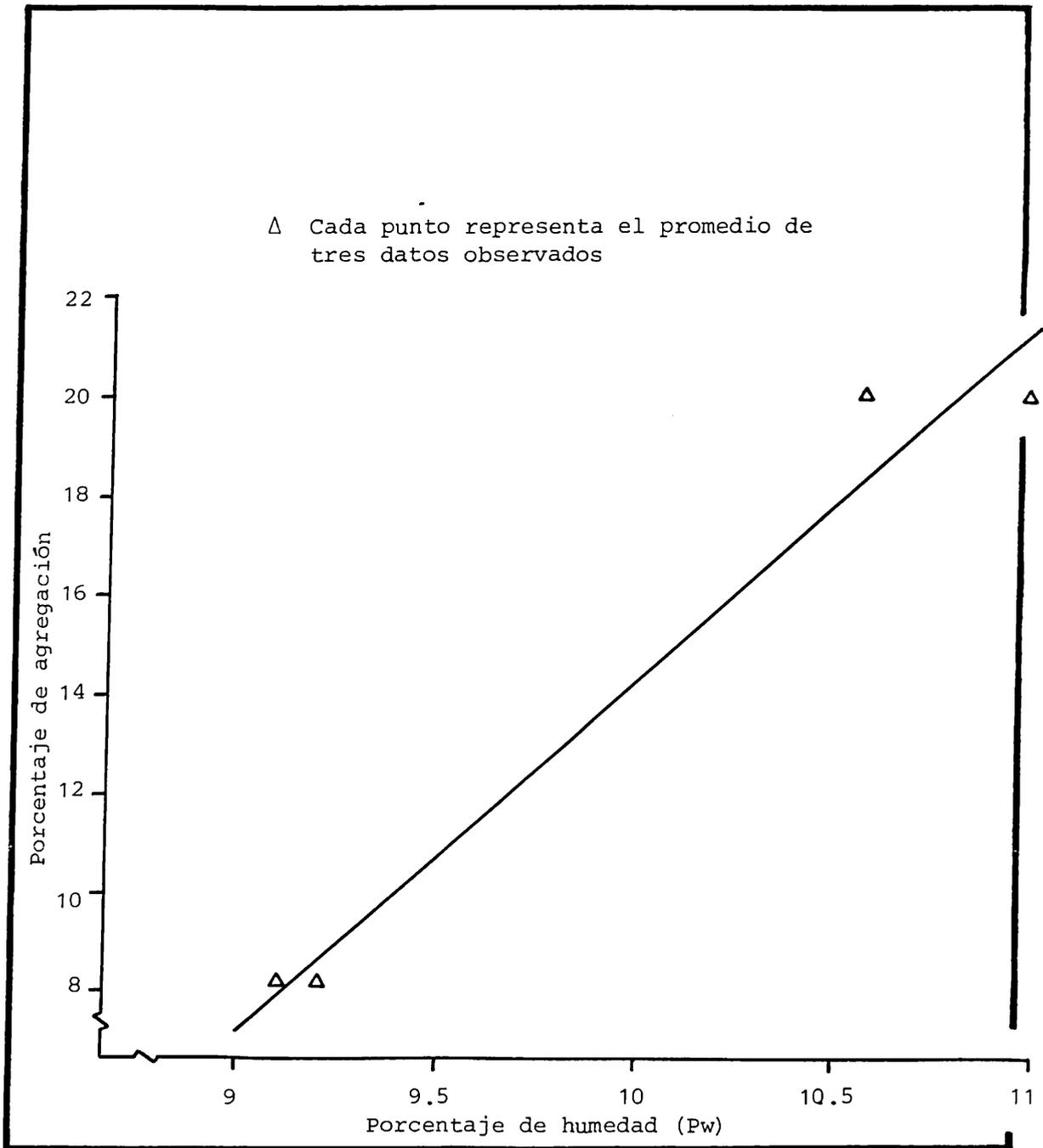


Figura 4.7. Efecto del contenido de humedad sobre la estabilidad de agregados

do a que las capas profundas se mantengan porosas al no haber migración de partículas pequeñas.

Temperatura del Suelo

Las medias para los tratamientos de acolchado para el 19 de octubre de 1986 a 6 cm de profundidad se observa que la temperatura del suelo es de 18.30 y para los sin acolchar es de 17.71°C. Esto indica un incremento de 0.50°C al utilizar polietileno negro de acolchado de suelos.

Las medias de los tratamientos de acolchado para el 27 de noviembre de 1986 a 6 cm de profundidad se tiene que la temperatura del suelo es de 21.74°C y para los sin acolchar es de 20.97°C. Se observa un incremento de 0.77°C al utilizar polietileno negro de acolchado de suelos.

La tendencia de las medias de tratamientos de la otra fecha de la toma de temperatura del suelo, son similares.

Todo esto coincide con lo mencionado por Robledo y Martin (1981), Dubois (1978), Horowitz et al. (1983), que la temperatura del suelo en el acolchado con polietileno negro es un poco mayor respecto al sin acolchar, ya que absorbe la radiación incidente, aunque no deje pasarla al suelo, pero por radiación del polietileno se transmite.

Lo anterior se aprecia en la Figura 4.8, donde queda de manifiesto el incremento de la temperatura en el acolchado con polietileno negro, esto es lo que está influyendo en el desarrollo más vigoroso del cultivo bajo acolchado, la planta

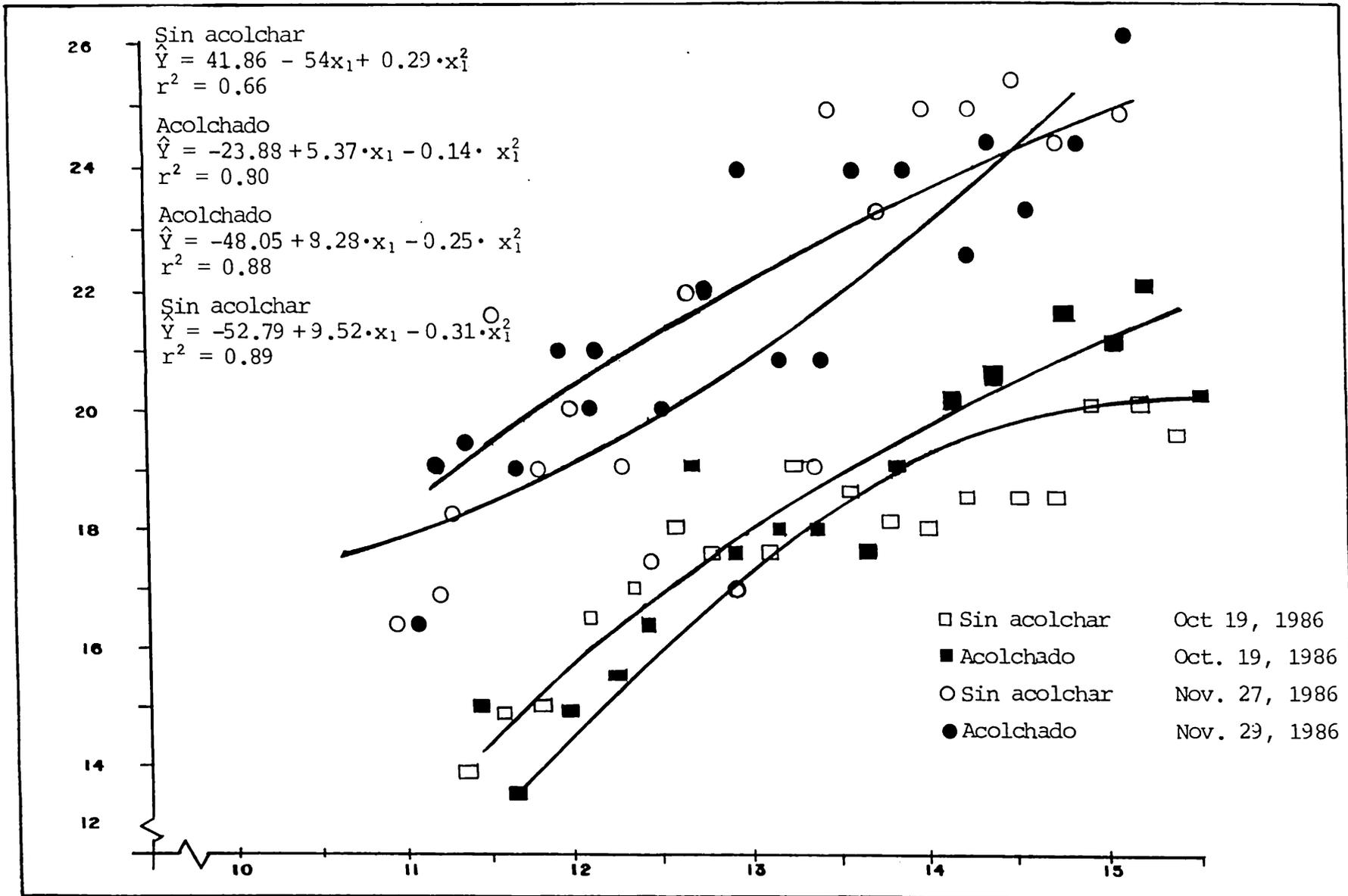


FIGURA 4.8. INFLUENCIA DEL ACOLCHADO SOBRE LA TEMPERATURA DEL SUELO A 5 cm DE PROFUNDIDAD EN DOS FECHAS.

al tener mayor temperatura del suelo, inicia algunos procesos fisiológicos antes y a mayor velocidad como absorción del agua, toma y transporte de nutrimentos, la respiración de la raíz, producción de sustancias de crecimiento (PRONAPA, 1985)

La medias para los tratamientos acolchados fueron de 10.57 y 10.97 por ciento de humedad para riego testigo y riego modificado, respectivamente.

Al obtener medias para los tratamientos sin acolchar, fueron de 9.1 y 9.2 por ciento de humedad para riego testigo y riego modificado respectivamente, viéndose que no había diferencias entre programas de riego con acolchado y sin acolchar, observándose un leve incremento y menos variaciones en los contenidos de humedad con los acolchados debido a que se conserva mejor la humedad evitando la evaporación y el desarrollo de malas hierbas (Robledo y Martin, 1981; Dubois, 1978).

Entre mayor es el porcentaje de agregación, aumenta el contenido de humedad en el suelo, por lo cual estas características están altamente asociadas.

Al disminuir la densidad aparente aumenta el contenido de humedad en el suelo, por lo cual hay una correlación negativa altamente significativa y dependen entre sí. Todo esto se observa en las Figuras 4.7 y 4.2.

Las variaciones en los contenidos de humedad para los dos programas de riego, acolchado y sin acolchar, se observan en la Figura 4.9.

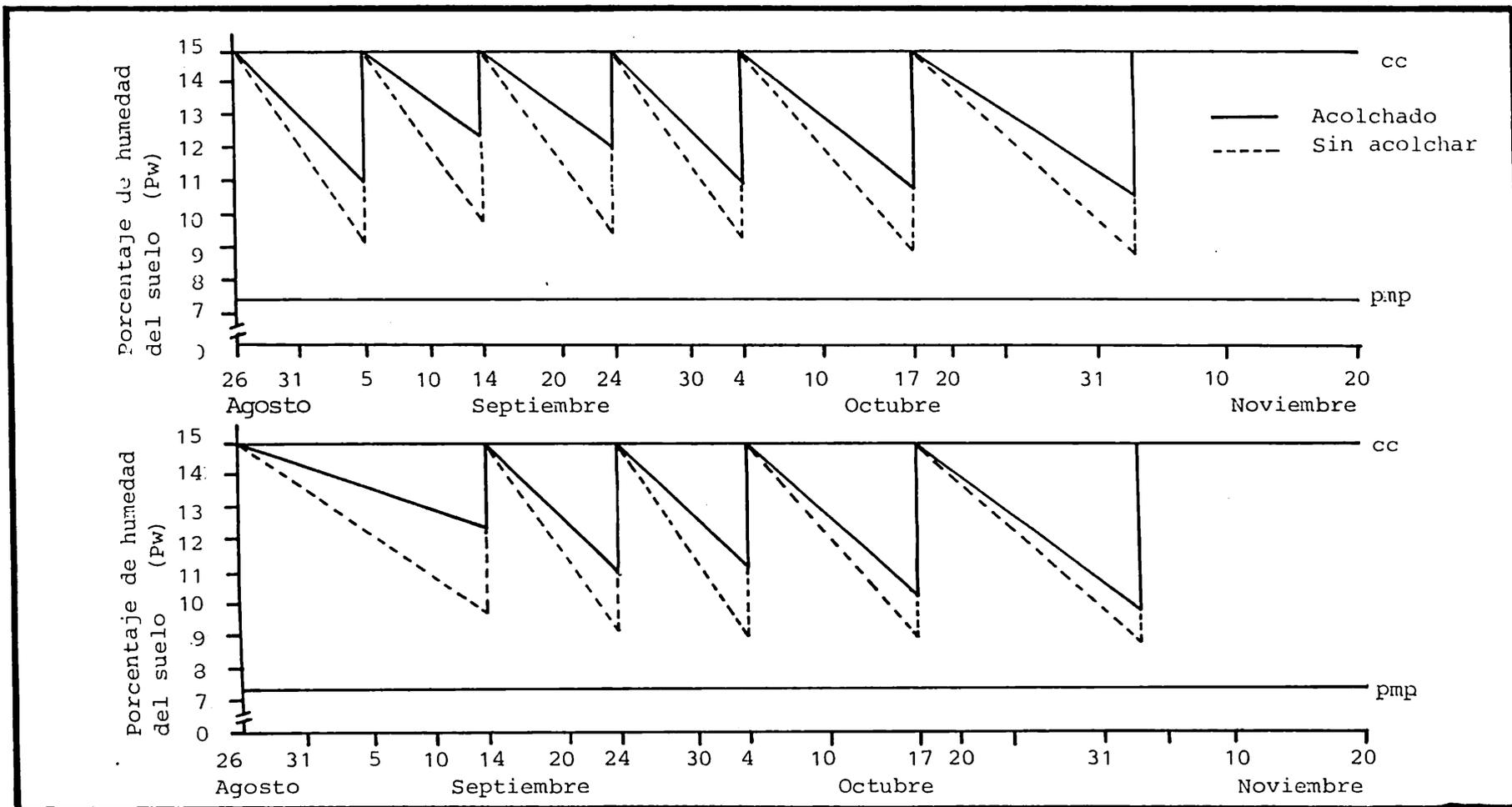


Figura 4.9. Variaciones de la humedad del suelo en el ciclo vegetativo del pepino pickle en los tratamientos acolchados y sin acolchar para el riego modificado (a) y testigo (b)

El acolchado provoca menos variaciones de humedad por lo cual las plantas encuentran humedad disponible a poca profundidad y desarrollan su sistema de raíces lateralmente con mayor porcentaje de raicillas fibrosas, el agua tiende a evaporarse pero por efecto del plástico tenderá a condensarse - y creará un continuo rocío sobre el suelo (PRONAPA, 1985).

VARIABLES MEDIDAS A LA PLANTA

Precocidad a Emergencia

Los valores de las medias de tratamientos son 4.71 y 8.96 días a emergencia para acolchado y sin acolchar, mostrando diferencias entre sí.

Esto podría ser debido a la temperatura del suelo y a la mayor humedad debido al efecto, que provoca el plástico que al evaporarse el agua se condensa al no encontrar salida y provoca un microclima en el suelo y el plástico. Por otro lado, puede considerarse que se puede estimular la precocidad en los cultivos al evitar la pérdida de energía solar a la velocidad real debido a la cubierta, logrando que dichos cultivos acumulen sus unidades calor en un tiempo menor, según reporta PRONAPA (1985).

Por lo que respecta a la prueba de medias realizada para los programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio, indica que todos son iguales entre sí. Esto tal vez se deba a que no había diferencia en los contenidos de humedad y la planta utilizó sus reservas para la emergencia. En la Figura 4.10 se observan las diferencias entre tratamientos -

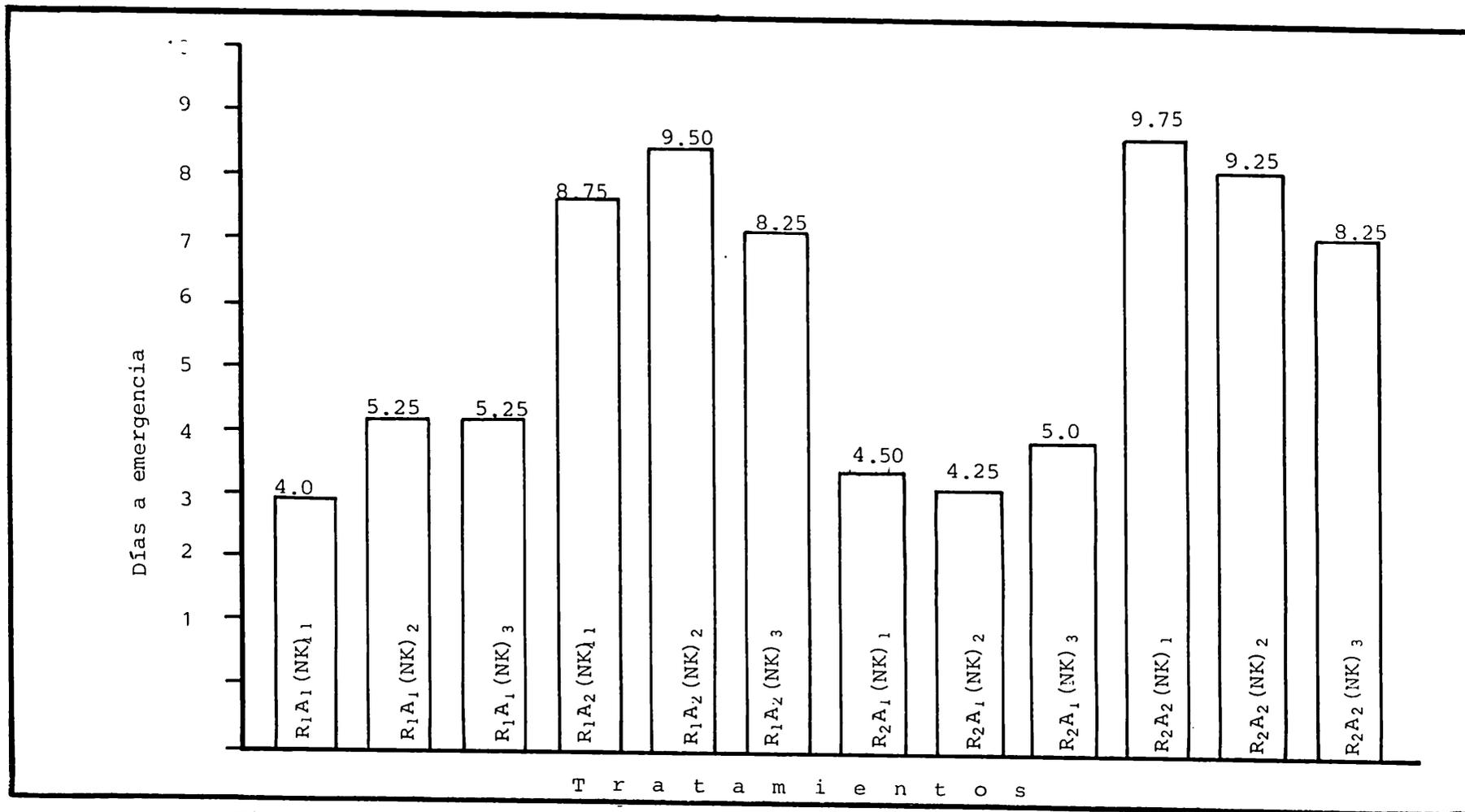


Figura 4.10. Influencia del acolchado sobre la precocidad en la emergencia

en precocidad a emergencia.

Precocidad a Floración

Las medias de los tratamientos son 38 y 43.7 días a la floración para los acolchados y sin acolchar, obteniéndose una diferencia de 5.71 días de precocidad los tratamientos acolchados.

Esto coincide con lo citado por Dubois (1978), Robledo y Martin (1981) en cuanto a que uno de los efectos de utilizar materiales plásticos para el acolchado de suelos es el de dar mayor precocidad al cultivo.

Según PRONAPA (1985), al estar protegido el suelo con película plástica, se reducen al mínimo las pérdidas de nutrimentos almacenados en los diferentes estratos del suelo, tanto por lixiviación como por erosión y facilitando la mayor disponibilidad y aprovechamiento de dichos nutrimentos por la planta. El arropado del suelo con plástico implica que se tenga un incremento en la temperatura del suelo hasta una cierta profundidad debido a que el plástico actúa como un abrigo produciendo el efecto de invernadero, lo que estimula la actividad y el desarrollo radicular, permitiendo así que la planta explore un volumen mayor de suelo, y obtenga más agua y nutrientes favoreciendo el crecimiento de los cultivos, dando lugar a la obtención de cosechas más precoces. Se ha determinado, aunque esto no sea válido para todo tipo de suelos y condiciones ecológicas, que la precocidad a cosecha es directamente proporcional al aumento -

de la temperatura del suelo a 7.5 cm de profundidad.

Por otra parte, al considerar los programas de riego y los niveles de nitrógeno y potasio, se ve que no hay diferencias, esto tal vez debido a que estos factores no llegan a influir en la precocidad del cultivo directamente.

En la Figura 4.11 se observan las diferencias entre tratamientos en precocidad a la floración.

La evaluación de precocidad a la fructificación no se pudo evaluar debido a que la semilla venía cambiada y no era del tipo de pepino esperado, pero se veía claramente diferencias de precocidad a cosecha en los tratamientos acolchados.

Longitud de Plantas

De acuerdo al análisis de varianza de longitud de plantas para las dos fechas de toma de datos, hay diferencias altamente significativas para la del 3 de octubre y 29 de octubre de 1986, para el factor acolchado de suelos.

Las medias para los tratamientos acolchados y sin acolchar fueron de 60.95 y 35.92 cm, habiendo una diferencia de 25.03 cm, lo cual indica diferencias entre sí para la primera toma de datos de longitud de plantas.

Se obtuvieron valores de 86.46 y 72.65 cm para las medias de los tratamientos acolchados y sin acolchar habiendo una diferencia de 13.81 cm, por lo cual se observaron di

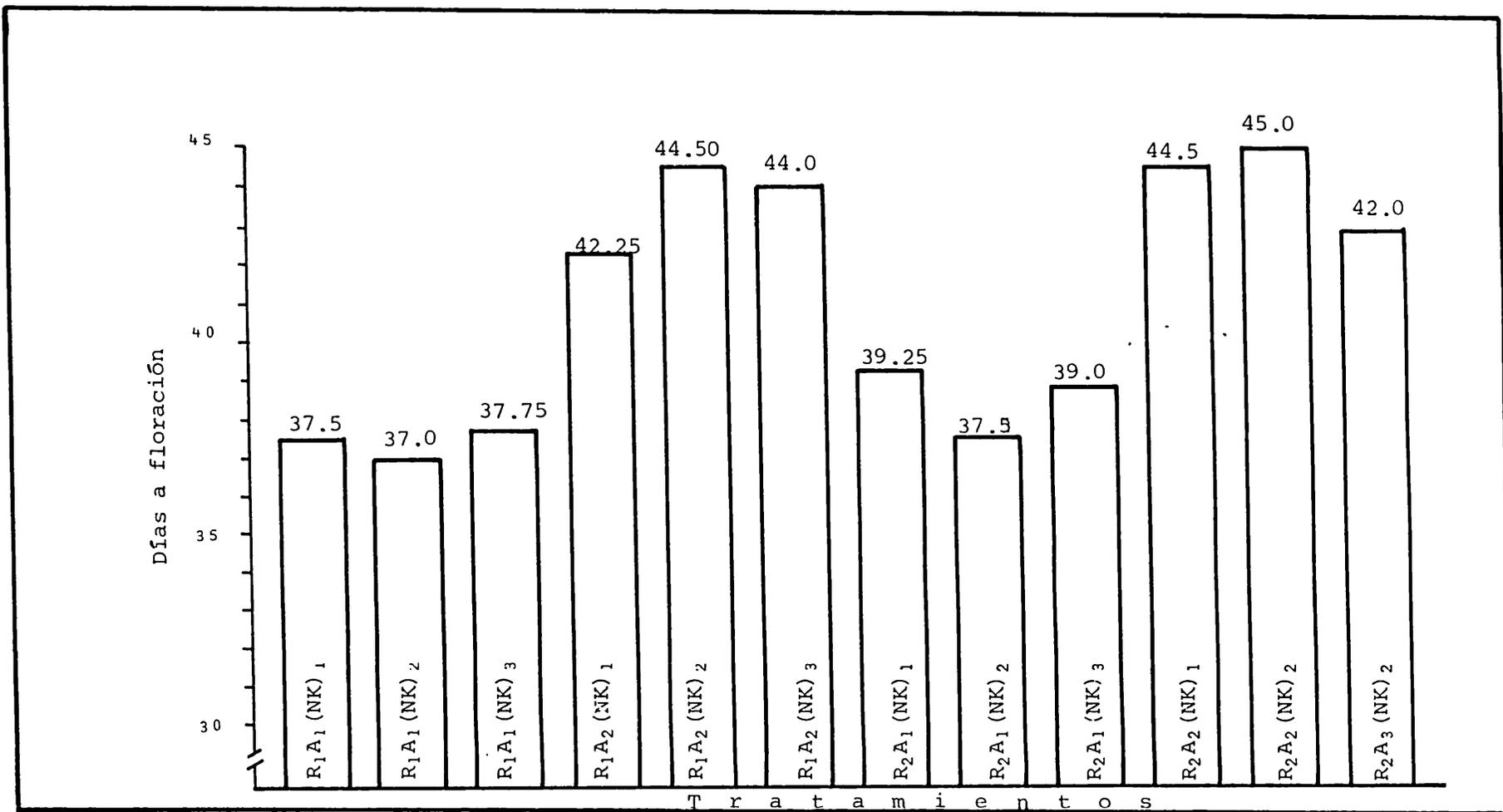


Figura 4.11. Influencia del acolchado sobre la precocidad en la floración.

ferencias entre sí.

Entre mayor es el porcentaje de agregación, número de hojas y materia seca, mayor es la longitud de plantas, por lo cual estas características dependen entre sí con alta significancia.

Al disminuir la densidad aparente aumenta la longitud de plantas, por lo cual hay una correlación negativa altamente significativa, todo esto se observa en las Figuras 4.4, 4.12, 4.13 y 4.3.

PRONAPA (1985) dice, de acuerdo a estos resultados, que al cubrir un suelo con película de plástico se modifican una serie de factores externos que condicionan el crecimiento y desarrollo de las plantas, viéndose que producen un microclima en el medio ambiente inmediato a la planta y modifica las condiciones del suelo, influyendo sobre algunas de las funciones fisiológicas vitales para los organismos vegetales, y en ciertos casos llegan a modificar la morfología de los mismos. Por lo cual reporta un incremento en el desarrollo aéreo, mayor longitud de brotes y área foliar. Taylor y Ashcroft (1972) y Narro (1987) coinciden en que el desarrollo es más rápido y abundante en suelos con buena estabilidad de agregados.

Número de Hojas

En base al análisis de varianza practicado en número de hojas, hay diferencias estadísticas altamente significativas, únicamente para el factor acolchado de suelos, más no -

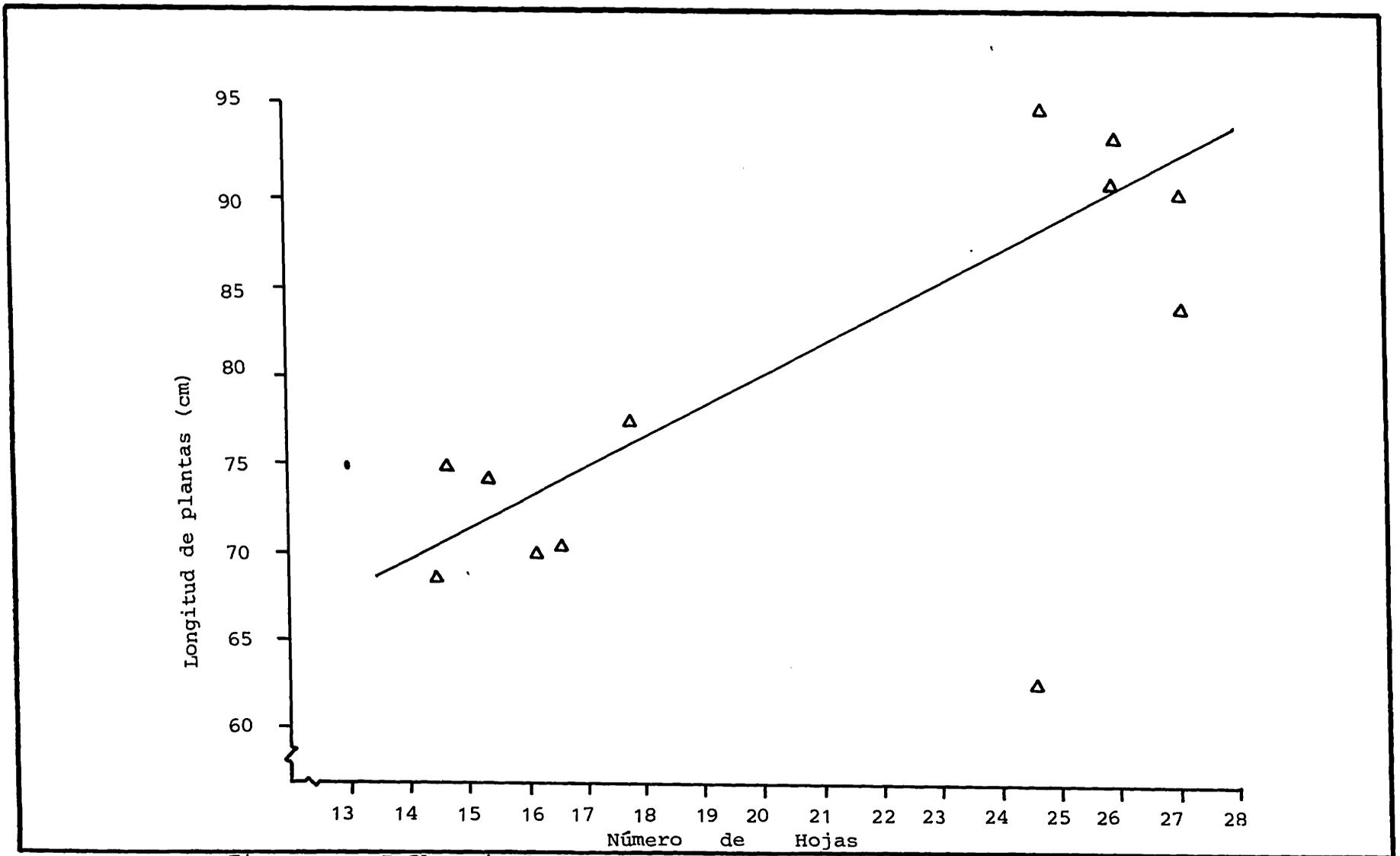


Figura 4.12. Influencia de la longitud de plantas sobre el número de hojas

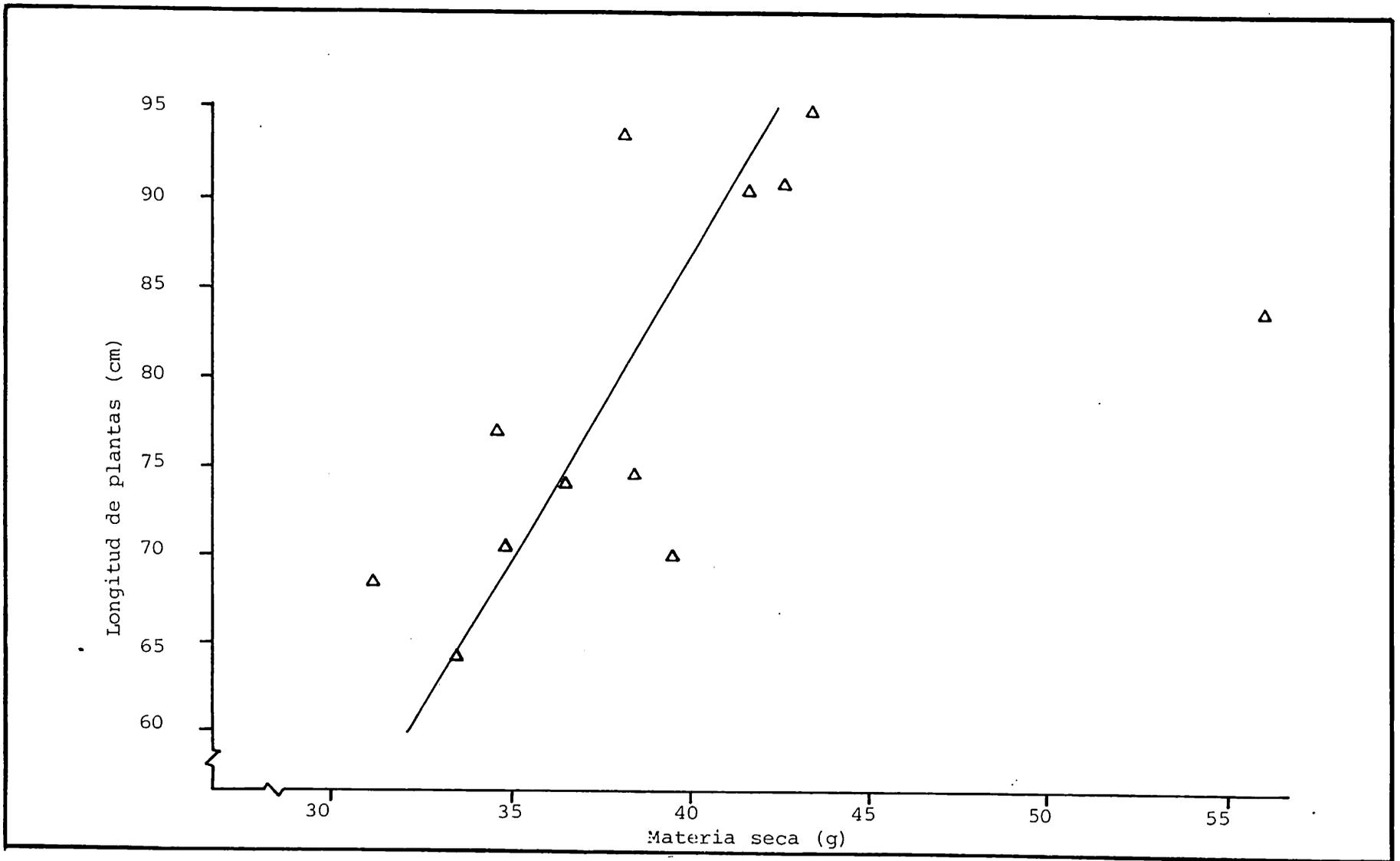


Figura 4.13. Influencia de la longitud de plantas sobre la materia seca

para los factores programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio.

Las medias fueron 25.93 y 15.87 para los tratamientos acolchados y sin acolchar, habiendo una diferencia de -10.06 por lo cual se observa que son diferentes entre sí.

Entre mayor es el porcentaje de agregación y la longitud de planta, aumenta el número de hojas, por lo cual estas características están altamente asociadas, esto se observa en las Figuras 4.5 y 4.12.

PRONAPA (1985) menciona que un aumento en la temperatura promueve la floración y acorta la etapa vegetativa, la cual está muy influenciada por los contenidos de humedad del suelo, lo cual altera la conductividad y difusibilidad térmica y con ello la temperatura del suelo, lo cual hace posible un microclima entre el suelo y el plástico y con la evaporación y condensación del agua se formará un rocío sobre la superficie del suelo que podrá mantener a la planta fuera de altos esfuerzos de humedad, todo esto estimula la precocidad del cultivo ya que logra acumular sus unidades calor en un tiempo menor. Al acortarse el ciclo vegetativo, el número de hojas es mayor antes de llegar a la maduración de la planta.

Materia Seca

De acuerdo al análisis de varianza practicado para la característica materia seca, hay diferencias altamente

significativas para el factor acolchado, esto se debió al aumento en desarrollo vegetativo que proporcionó este factor a la planta.

Por otra parte, para el factor programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio, no hay diferencias significativas, esto posiblemente se deba a que los diferentes programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio no afecta a la materia seca, ya que no fue posible evitar la pérdua de materia seca que se llevaba el viento por lo que recomendaría hacer varias mediciones antes del último corte.

Para la interacción de los tres factores no hubo diferencias significativas.

Por otro lado, para el final del ciclo vegetativo, los resultados son de 42.54 y 35.88 g para los tratamientos acolchados y sin acolchar, encontrándose una diferencia de 6.66 g, por lo cual se observa que hay diferencias entre sí.

Por lo que respecta a la prueba de medias para los programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio, indican que no hay diferencias para estos factores, esto se muestra en la Figura 4.14.

Al incrementar la longitud de plantas y rendimiento total de pepino pickle aumenta la producción de materia seca por lo cual hay una correlación altamente significativa ésto se puede apreciar en las Figuras 4.13 y 4.15.

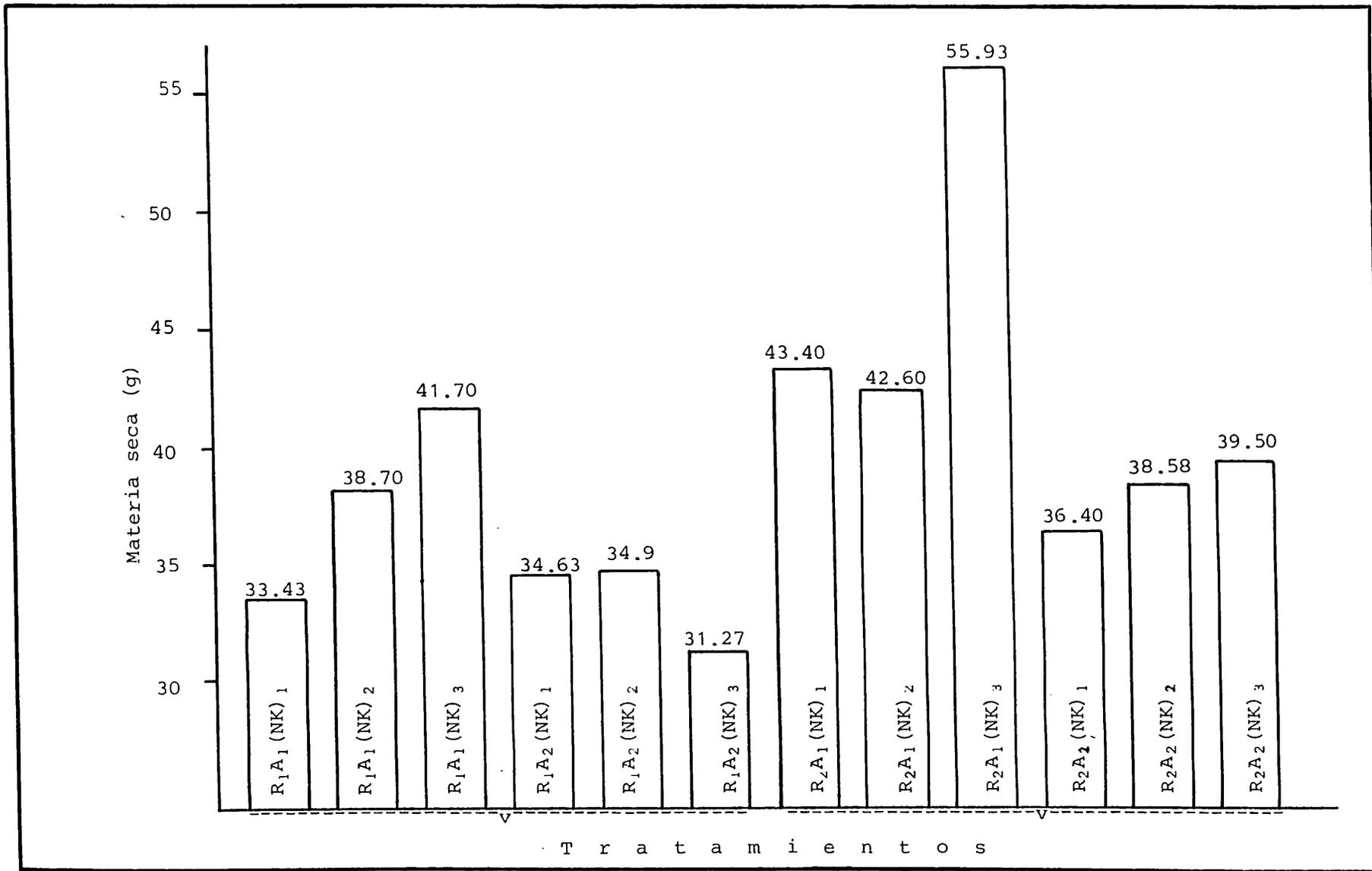


Figura 4.14. Distribución de la materia seca en los tratamientos después del último corte del pepino pickle

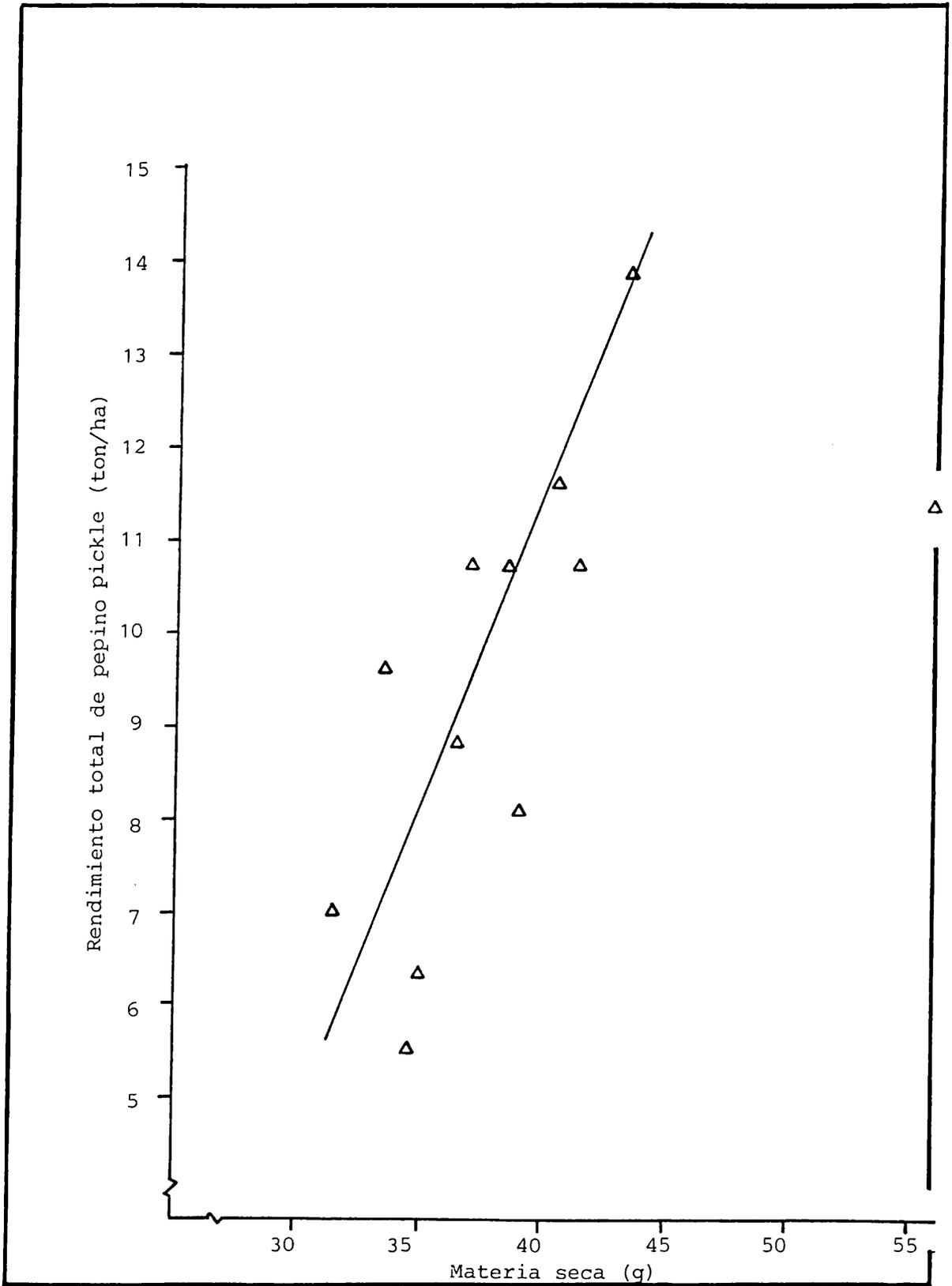


Figura 4.15. Relación de la materia seca con el rendimiento de pepino pickle

Esto coincide con resultados de Narro (1985) donde - encontró que el acolchado con polietileno negro fue el mejor en producción de materia seca en chícharo.

Análisis Foliar y Bromatológico

Al incrementar el nitrógeno total disminuye el boro por lo cual estos elementos nutritivos se asocian negativamente en forma altamente significativa.

Al disminuir el nitrógeno total aumentó el magnesio por lo tanto, hay una correlación negativa altamente significativa.

A mayor sodio aumenta el boro y el magnesio, por lo cual estos elementos están asociados altamente significativa.

Al incrementarse la longitud de plantas, el rendimiento total de pepinó pickle, el cobre y el zinc aumenta - el fósforo, por lo cual se correlacionan significativamente.

A mayor fósforo disminuye el magnesio, por lo cual - hay una correlación negativa y significativa.

Al aumentar el calcio se incrementa el manganeso, - por lo tanto, se asocian significativamente.

Al incrementarse el magnesio disminuye la longitud - de plantas, por lo tanto, hay una correlación negativa significativa.

Al aumentar el magnesio disminuye el calcio en fruto, por lo cual hay una correlación negativa significativa.

Al aumentar el zinc se incrementa el cobre, por lo cual se asocian significativamente.

Al incrementarse el zinc aumenta la longitud de plantas, número de hojas, materia seca y magnesio en fruto, por lo cual hay una correlación significativa.

A mayor boro disminuye el nitrógeno total, por lo tanto, hay una correlación negativa significativa.

Al aumentar el boro se eleva la fibra en el fruto, por lo tanto, se correlacionan significativamente.

Todas estas correlaciones son de los datos de análisis foliar y bromatológico de pepino pickle que se presentan en los Cuadros 4.1 y 4.2.

Se piensa que hay un mejor balance de nutrientes en los tratamientos acolchados de suelo con polietileno negro, ya que el promedio del rendimiento estuvo más alto.

PRONAPA (1985) menciona que el incremento de temperatura y humedad del suelo como consecuencia de estar protegido el terreno con la película plástica, favorece la nitrificación y la absorción de nitrógeno y otros nutrientes por las plantas. Además, si ocurren fuertes lluvias, éstas no lixiviarán los fertilizantes fuera de la zona radicular.

Hernández (1984) recalcó que el acolchado con plástico efficientiza la absorción de los nutrientes en el cultivo de la sandía.

Cuadro 4.1. Análisis foliar del pepinc pickle.

Trat.	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Fierro ppm	Manga- neso %	Zinc ppm	Cobre ppm	Boro ppm	N total %	Na %
1	0.265	3.44	3.01	0.81	258	70	44	12	95.01	3.832	0.06
2	0.357	2.43	3.70	0.70	514	83	49	14	81.45	4.025	0.05
3	0.465	3.33	3.22	0.56	312	51	50	14	58.11	4.165	0.03
4	0.368	2.83	2.64	0.60	720	58	49	16	45.05	4.55	0.03
5	0.160	2.95	3.24	0.65	602	67	43	12	32.27	4.48	0.02
6	0.337	2.63	2.74	0.66	7.21	56	43	15	73.05	4.52	0.03
7	0.430	3.00	2.38	0.55	434	46	45	14	54.32	4.55	0.03
8	0.295	2.76	3.09	0.68	657	65	47	14	83.13	4.445	0.04
9	0.413	3.01	3.68	0.61	683	69	50	16	59.76	4.34	0.03
10	0.360	2.72	3.39	0.71	756	54	44	13	78.08	4.13	0.04
11	0.365	3.30	3.03	0.65	488	54	47	14	58.11	4.23	0.04
12	0.361	2.52	3.25	0.69	387	57	44	14	64.72	4.20	0.03
Valor de suficiencia	0.22	3.30-4.20	3.71	0.028 0.032			20-40	7-10	50-80	2.2-2.8	

Cuadro 4.2. Análisis bromatológico de fruto de pepino pickle

Trat.	Grasa %	Fibra C. %	Mg %	Ceniza %	Proteínas %	P %	mg/CA/100 gr de muestra
1	2.38	21.97	0.65	18.18	21.25	4.70	1.09
2	2.67	21.16	0.97	13.74	25.73	5.81	1.86
3	3.26	19.44	0.88	14.85	27.02	5.04	1.45
4	2.1	15.60	0.81	16.08	26.16	4.57	1.62
5	1.75	14.63	0.67	14.03	23.14	4.36	1.57
6	2.63	23.66	0.85	17.6	22.80	5.64	1.55
7	2.8	18.79	0.80	14.62	21.33	4.57	1.84
8	3.71	20.11	0.84	19.58	22.37	5.98	1.50
9	3.28	22.56	0.95	17.48	22.80	5.64	1.69
10	3.75	17.00	0.74	15.48	25.77	4.53	1.35
11	2.01	18.23	1.13	22.32	25.13	6.41	1.62
12	4.44	15.55	0.67	16.72	24.26	5.13	1.55

Locascio et al. (1985) dicen que durante una estación extremadamente húmeda, los rendimientos de fruto y la toma de nitrógeno fue influenciada significativamente por el acolchado con polietileno negro en el cultivo de chile.

Rendimiento

En base al análisis de varianza practicado para rendimiento total de pepino pickle y número de frutos total, hay diferencias altamente significativas para el factor acolchado de suelos.

Por otra parte, para el factor programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio, no hay diferencias significativas, por lo que se refiere a la interacción para cada uno de los factores no hay diferencias significativas.

Los valores fueron 11.3 y 7.72 ton/ha para las medias de los tratamientos acolchados y sin acolchar respectivamente encontrándose una diferencia entre ellos de 3.58 ton/ha para los tratamientos acolchados. En la Figura 4.16 se observan las diferencias entre tratamientos para el rendimiento total de pepino pickle.

Las medias para los tratamientos acolchados y sin acolchar fueron de 199, 533.33 y 141, 266.7 frutos, habiendo una diferencia de 58, 266.63 frutos, por lo cual existen diferencias entre tratamientos para número de frutos total de pepino pickle, que se aprecia en la Figura 4.17.

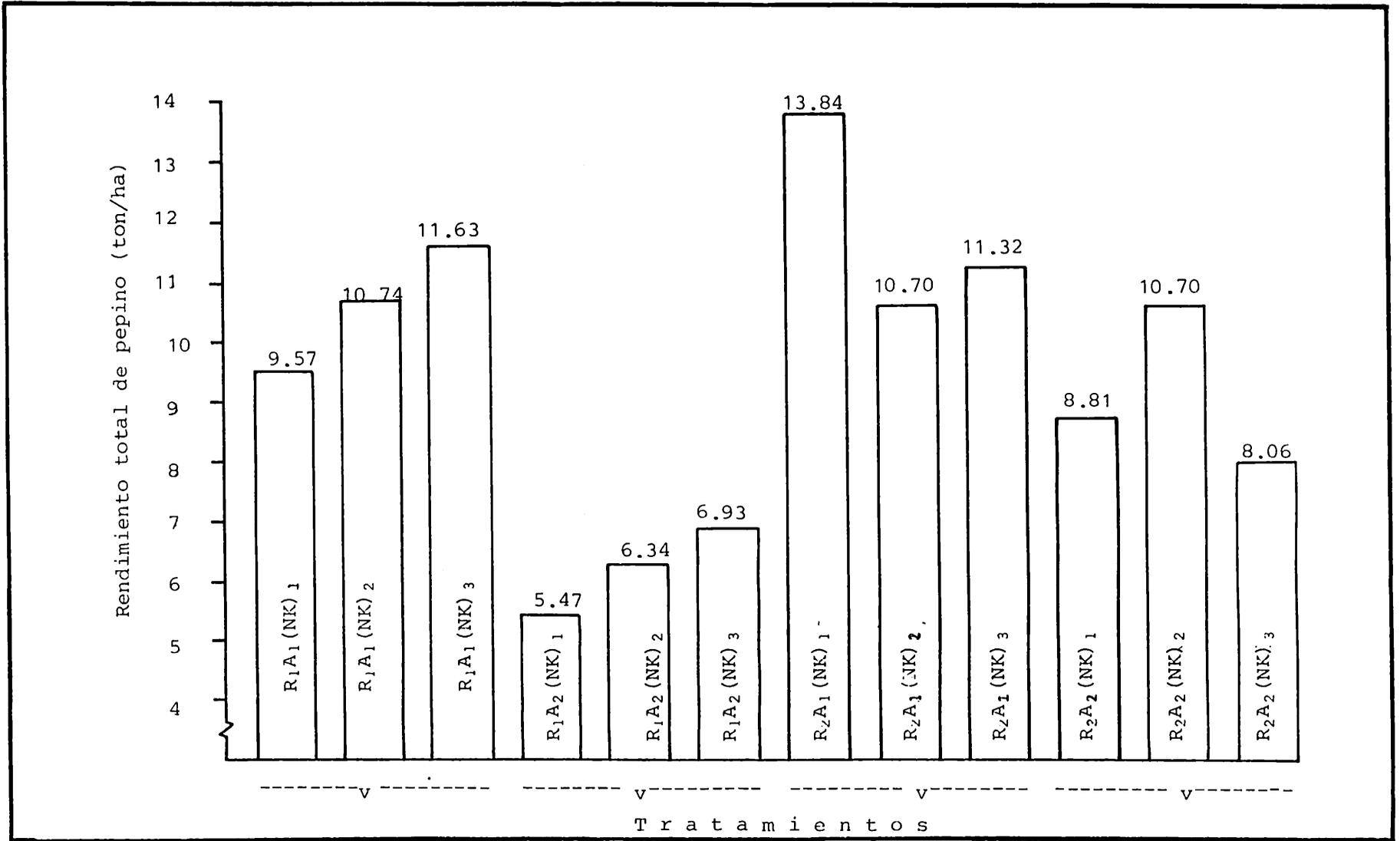


Figura 4.16 Rendimiento total de pepino pickle en ton/ha, en todos los tratamientos

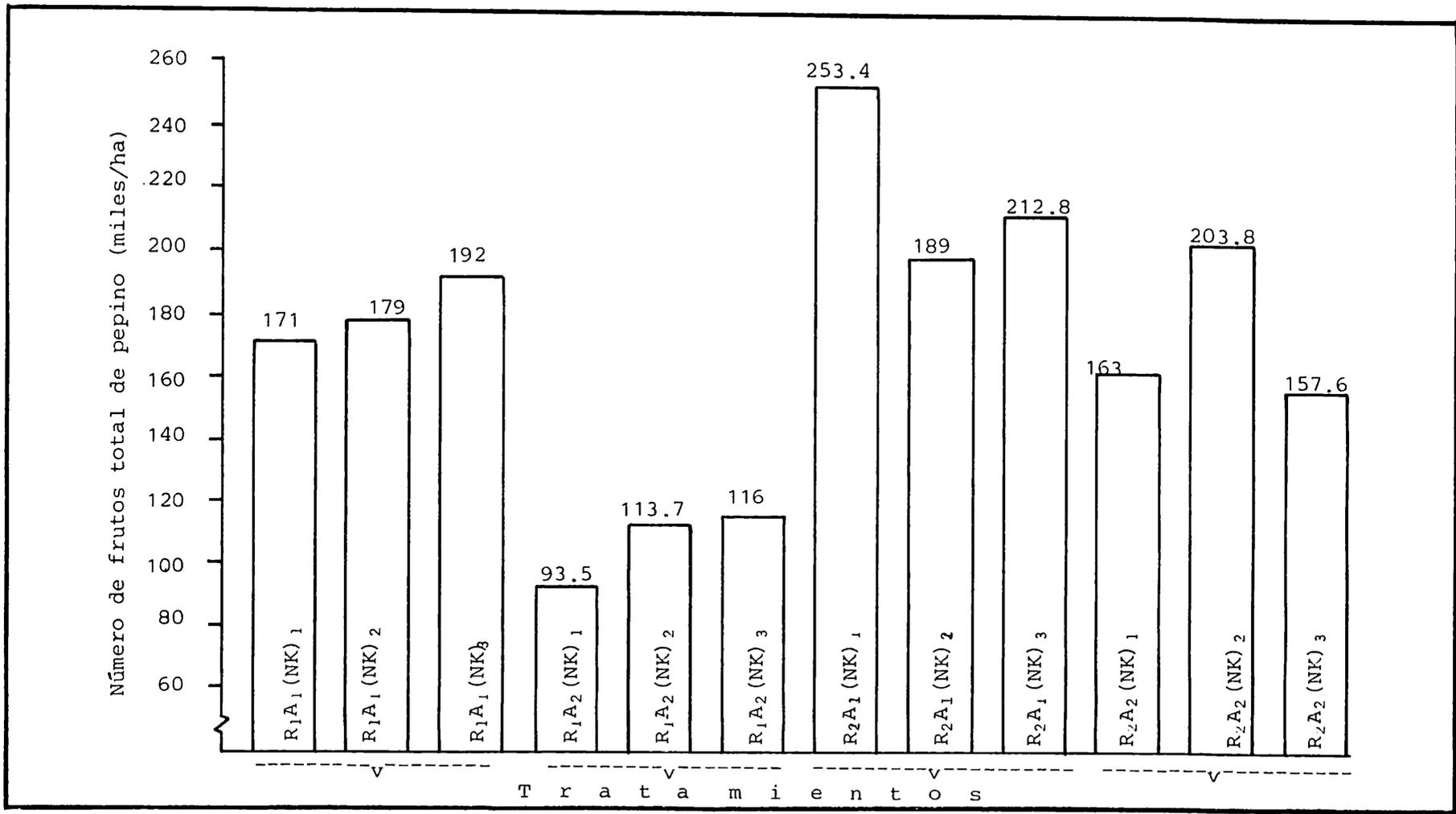


Figura 4.17 Número de frutos total de pepino pickle (en miles/ha) en todos los tratamientos

Al incrementar la materia seca, porcentaje de agregación, número de frutos, aumenta el rendimiento total de pepino pickle, por lo cual estas características dependen entre sí con alta significancia, lo cual se puede apreciar en las Figuras 4.15, 4.6 y 4.18.

Esto coincide con lo dicho por PRONAPA (1985) que el efecto más marcado en el cultivo y más importante para el productor es que el arropado con plástico incrementa significativamente los rendimientos por hectárea. Esto se debe en parte a que la planta utilizó más eficientemente el agua de riego y los nutrientes almacenados en el suelo, ya que las pérdidas por evaporación y lixiviación se minimizan; esto permite tener un adecuado nivel de humedad que propicia altos rendimientos debido al efecto positivo sobre las siguientes características morfológicas y fisiológicas de las plantas cultivadas.

Incremento en el desarrollo aéreo (mayor longitud de brotes y área foliar), mayor densidad radicular, mayor elongación celular de hojas que resulta en: mayor tamaño de hojas o segmentos de hojas, estomas mejor desarrollados, mayor tamaño de isletas intravenales. Cutículas menos gruesas que facilitan la difusión de CO_2 hacia el mesófilo de las hojas, mejor desarrollo de las células en empalizada y esponjosas del mesófilo que permiten optimizar la absorción de CO_2 , mayores espacios intercelulares, mayor diámetro de los tejidos conductivos del xilema, reduciéndose la resistencia al transporte de agua y nutrientes.

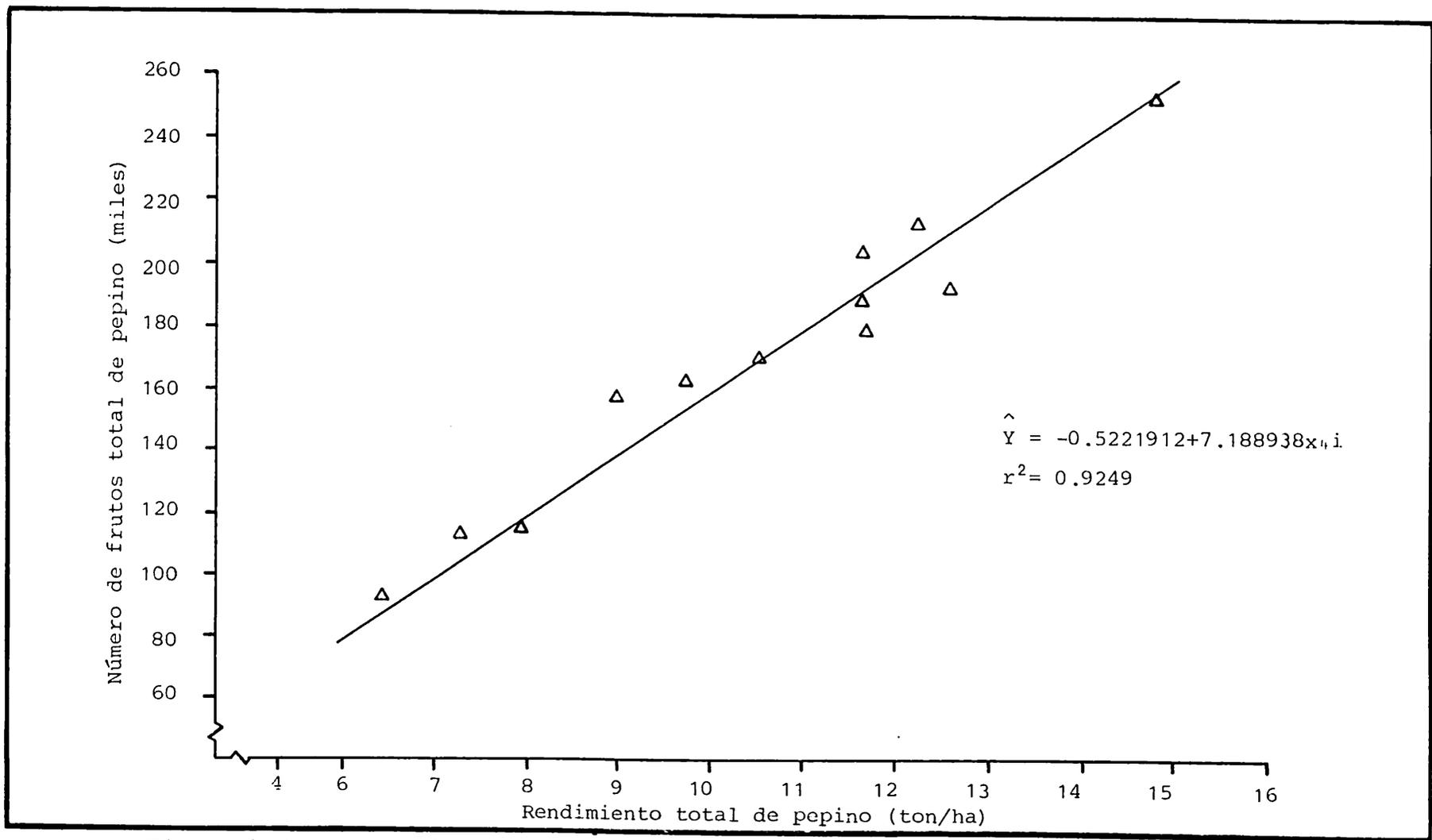


Figura 4.18 Comportamiento del número de frutos total del pepino pickle a diferentes rendimientos

El proceso fotosintético se optimiza debido a una mayor apertura estomática, mayor presión hidrostática (ψ_p) en el interior de las células promoviendo elongación celular y crecimiento, menor concentración de solutos en célula (ψ_T) por lo que se tiene más carbohidratos disponibles para el desarrollo, mayor potencial total de agua (ψ) en las hojas favoreciendo el crecimiento de la planta, la temperatura de las hojas se mantiene estable evitando sobrecalentamientos que afectan el desarrollo del cultivo en general.

Por lo que respecta a la prueba de medias realizada para los programas de riego y niveles de nitrógeno y potasio en las características de rendimiento total de pepinó pickle por hectárea y número de frutos totales por hectárea, indican que las medias para estos dos factores en estudio son iguales.

Por lo que se refiere a la interacción de los tres factores en estudio para las características de rendimiento total de pepino pickle por hectárea y número de frutos totales por hectárea, las medias de los tratamientos indican que no hay diferencias.

Se pueden apreciar las variaciones que hay en cada corte para las características rendimiento por corte y número de frutos por corte, en los Cuadros 4.3 y 4.4 así como también los cuadrados medios de los análisis de varianza de cada uno de ellos en los Cuadros B.1 y B.2.

Cuadro 4.3. Rendimientos por corte (kg/ha)

Tratamiento	C o r t e s							
	1	2	3	4	5	6	7	8
R ₁ A ₁ (NK) ₁	3189.186	4324.320	923.4225	608.1075	256.76	180.180	56.31	28.153
R ₁ A ₁ (NK) ₂	2963.961	4112.6085	1378.377	878.377	477.5	662.161	39.189	225.22
R ₁ A ₁ (NK) ₃	4279.275	2734.2315	2252.250	1220.719	454.95	499.999	84.234	101.35
R ₁ A ₂ (NK) ₁	1013.5125	2693.691	932.4315	319.819	162.162	193.693	.	151.8
R ₁ A ₂ (NK) ₂	1914.4125	2193.6915	801.8	454.954	54.054	653.052	112.61	151.8
R ₁ A ₂ (NK) ₃	1162.161	3355.8525	1153.152	279.279	256.756	680.179	0	45.045
R ₂ A ₁ (NK) ₁	6941.4345	4085.5815	1067.566	752.251	207.2070	486.486	157.66	123.87
R ₂ A ₁ (NK) ₂	2288.286	5103.5985	810.81	711.711	522.522	1067.566	112.61	90.1
R ₂ A ₁ (NK) ₃	3076.5735	4914.41	612.612	1198.197	590.09	590.089	189.19	146.4
R ₂ A ₂ (NK) ₁	2999.997	3189.186	1126.125	463.963	337.837	360.360	90.1	241.89
R ₂ A ₂ (NK) ₂	6472.9665	1941.4395	824.3235	554.053	459.459	342.342	0	95.72
R ₂ A ₂ (NK) ₃	4463.9595	1702.701	972.972	297.297	106.666	252.252	67.57	135.135

Cuadro 4.4. Número de frutos por corte en una hectárea

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8
R ₁ A ₁ (NK) ₁	63065.0	72072.0	13513.5	9009.0	4504.5	4504.5	4504.5	0
R ₁ A ₁ (NK) ₂	58558.5	67567.5	13513.5	13513.5	4504.5	13513.5	0	4504.5
R ₁ A ₁ (NK) ₃	85585.5	45045.0	27027.0	18018.0	9009.0	9009.0	4504.5	4504.5
R ₁ A ₂ (NK) ₁	18018.0	45045.0	13513.5	4504.5	4504.5	4504.5	0	4504.5
R ₁ A ₂ (NK) ₂	36036.0	36036.0	9009.0	9009.0	0	13513.5	4504.5	4504.5
R ₁ A ₂ (NK) ₃	180180.0	54054	13513.5	4504.5	4504.5	13513.5	0	4504.5
R ₂ A ₁ (NK) ₁	139639.5	67567.5	18018.0	9009.0	4504.5	9009.0	4504.5	4504.5
R ₂ A ₁ (NK) ₂	45045.5	94594.5	9009.0	13513.5	9009.0	22522.5	4504.5	4504.5
R ₂ A ₁ (NK) ₃	63063.0	94594.5	9009.0	13513.5	13513.5	13513.5	4504.5	9009.0
R ₂ A ₂ (NK) ₁	58558.5	54054.0	13513.5	9009.0	9009.0	9009.0	4504.5	13513.5
R ₂ A ₂ (NK) ₂	130630.5	36036.0	13513.5	9009.0	4504.5	9009.0	0	4504.5
R ₂ A ₂ (NK) ₃	90090.0	31531.5	18018.0	4504.5	4504.5	4504.5	4504.5	4504.5

Influencia de las Características Evaluadas al Suelo y Planta Sobre la Producción

Se seleccionó mediante un análisis de regresión lineal y múltiple por pasos (Stape wise)(Cuadro B.3), en orden de importancia, las características que más repercuten en la producción total de pepino pickle bajo las condiciones que prevalecieron en el experimento.

Se separaron los datos de las características evaluadas en los tratamientos acolchados y sin acolchar obtenidos en orden de importancia, las que más influyen en el rendimiento cuya regresión fue significativa.

En los tratamientos acolchados se obtuvo que en base al análisis de regresión múltiple por pasos, se encontró que la variación en el rendimiento es explicado principalmente por la variable número de frutos en una forma lineal, hallándose una correlación de 0.9743 obteniéndose la siguiente ecuación de predicción: $\hat{Y}_i = -1.875886 + 7.742876x_{4i}$ con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.9492$, las demás características evaluadas y el rendimiento son independientes; la variable número de frutos influye en el rendimiento casi en un 95 por ciento.

En los tratamientos sin acolchar se halló que en base al análisis de regresión múltiple por pasos, se encontró que el rendimiento depende principalmente de la variable número de frutos y además de la materia seca, hallándose una correlación de 0.9183, obteniéndose la siguiente ecuación de predicción: $\hat{Y}_i = -5.6827 + 6.7678x + 0.98019x$, con un

coeficiente de determinación de $R^2 = 0.8432$; las demás características evaluadas y el rendimiento son independientes, la variable número de frutos influye en un 80 por ciento en el rendimiento y este depende de la materia seca en un 4.3 por ciento.

En todos los tratamientos se obtuvo que en base al análisis de regresión múltiple por pasos, se encontró que el rendimiento depende de la variable número de frutos en un 92 por ciento es explicado en una forma lineal hallándose una correlación de 0.9617, obteniéndose la siguiente ecuación de predicción: $\hat{Y}_i = -.5221912 + 7.188938x_i$, con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.9249$, las demás características evaluadas y el rendimiento son independientes.

CONCLUSIONES

1. El acolchado de suelos con películas de polietileno incrementó significativamente los rendimientos por hectárea, lo cual es muy importante para el productor. Esto es debido a que la planta utiliza más eficientemente el agua de riego, los nutrientes almacenados en el suelo, ya que las pérdidas por evaporación y lixiviación se minimizan, esto permite tener una temperatura, humedad, densidad aparente, estabilidad de agregados que propicia altos rendimientos debido al efecto positivo sobre algunas características del cultivo.
2. El acolchado permitió cambios en las características físicas del suelo. El arropado con polietileno negro redujo la densidad aparente y las variaciones de humedad, aumentó la temperatura del suelo y la estabilidad de agregados en forma significativa.
3. El acolchado incrementó la estabilidad de agregados en 12.45 por ciento de agregación, y en 3.5 por ciento la temperatura del suelo promedio de dos lecturas a seis centímetros de profundidad, y disminuyó en 13.88 por ciento la densidad aparente.

4. Los tratamientos acolchados generaron precocidad del cultivo a emergencia y floración de 4.25 y - 5.71 días respectivamente, hubo incremento en longitud de plantas, número de hojas y materia se ca en forma significativa.
5. Se incrementó la concentración de fósforo, potasio y decreció el nitrógeno en las hojas, después del primer corte de pepino pickle en los tratamientos acolchados en un 14.40, 6.02 y 2.85 por ciento respectivamente, por lo tanto, en general se notó un incremento en la concentración de fósforo y potasio en los tratamientos con mejores rendimientos por hectárea y se nota una leve disminución en la concentración del nitrógeno total en hojas.
6. Los tratamientos acolchados en general incrementaron en un 46.37 y 41.25 por ciento el rendimiento total y el número de frutos total de pepino pickle respectivamente comparados con los tratamientos sin acolchar, el tratamiento con más alto rendimiento total y número de frutos total de pepino pickle fue $R_2A_1(NK)_1$ con 13,84 ton/ha, y 253,400 frutos y el tratamiento con menos rendimiento total y número de frutos total de pepino pickle fue $R_1A_2(NK)_1$ con 5.47 ton/ha y 93,500 frutos.

U.A.A.A.N.

00734

7. Existieron correlaciones significativas importantes entre las características de las plantas y del suelo, como: porcentaje de agregación con densidad aparente, porcentaje de humedad, longitud de plantas, número de hojas; porcentaje de humedad y densidad aparente; longitud de plantas con densidad aparente, número de hojas y materia seca; materia seca y rendimiento total de pepino pickle; rendimiento promedio de pepino pickle con porcentaje de agregación; número de frutos total y rendimiento total de pepino pickle.

8. Existieron correlaciones significativas importantes entre las concentraciones de elementos nutritivos en las hojas, frutos y las características de las plantas como: nitrógeno total con magnesio y boro; fósforo y magnesio, cobre, zinc, longitud de plantas y rendimiento total de pepino pickle; calcio y manganeso; magnesio con longitud de plantas y calcio en fruto; zinc y cobre, longitud de plantas, número de hojas, materia seca y magnesio en fruto; boro con la fibra en el fruto. Por lo cual se observa que al aumentar la concentración de fósforo, zinc y cobre en las hojas, se incrementó la longitud de plantas y el rendimiento total de pepino pickle.

RESUMEN

En el área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural 007 con sede en Saltillo, Coah., en el Rancho San Simón, del Municipio de Ramos Arizpe, Coah., en el ciclo agrícola otoño-invierno de 1986 se realizó la presente investigación para evaluar el acolchado de suelo, fertilización y programas de riego en el cultivo de pepino pickle (Cucumis sativus L.), híbrido Regal F₁ para validar la práctica del acolchado observando los cambios que ocurren en el sistema suelo-planta, desarrollo, rendimiento del cultivo de pepino pickle y la influencia del nitrógeno y potasio bajo dos programas de riego.

Se evaluaron tres factores de la producción, siendo éstos: acolchado de suelo, niveles de fertilización y programas de riego, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con parcelas subdivididas, siendo la parcela grande los programas de riego, la parcela mediana, el acolchado de suelo, y la parcela chica los niveles de fertilización, teniéndose un factorial 2 x 2 x 3 con 12 tratamientos, cuatro repeticiones y 48 unidades experimentales.

En el acolchado de suelo se estudiaron dos niveles: acolchado de suelo con polietileno negro opaco de 35 micras de espesor, 1.50 m de ancho, y el testigo sin acolchar.

Programas de riego. Se estudiaron dos niveles: riego testigo y riego modificado.

Niveles de fertilización. Se estudiaron tres niveles: los niveles de nitrógeno y potasio consisten en un nivel bajo, un nivel medio y un nivel alto, 75, 150 y 225 respectivamente. Dentro de los resultados observados el acolchado permitió cambios en las características físicas del suelo reduciendo la densidad aparente y las variaciones de humedad, incrementó la estabilidad de agregados y la temperatura del suelo en forma significativa. Incrementó la estabilidad de agregados en 12.45 por ciento de agregación, y en 3.5 por ciento la temperatura del suelo a seis centímetros de profundidad, y disminuyó en 13.88 por ciento la densidad aparente.

Los tratamientos acolchados generaron precocidad del cultivo a emergencia y floración, hubo incremento en longitud de plantas, número de hojas y materia seca, en forma significativa.

Se incrementó la concentración de fósforo, potasio y decreció el nitrógeno en las hojas después del primer corte de pepino pickle en los tratamientos con mejores rendimientos por hectárea. Se observa que al aumentar el fósforo, zinc y cobre, se incrementa la longitud de plantas y el rendimiento total de pepino pickle.

Los tratamientos acolchados incrementaron en un 46.37 y 41.25 por ciento el rendimiento total y el número de frutos total de pepino pickle respectivamente,

comparados con los tratamientos sin acolchar, el tratamiento con más alto rendimiento total y número de frutos total de pepino pickle fue riego modificado, acolchado de suelo con polietileno negro y nivel bajo de nitrógeno y potasio $R_2A_1(NK)_1$ con 13.84 ton/ha y 253,400 frutos respectivamente y el tratamiento con menos rendimiento total y número de frutos total de pepino pickle fue riego testigo, sin acolchar y nivel bajo de nitrógeno y potasio $R_1A_2(NK)_1$ con 5.47 ton/ha y 93,000 frutos respectivamente.

De las características evaluadas en planta y del suelo, el número de frutos es la que más explica el rendimiento encontrándose una correlación altamente significativa.

LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1982. Assessing the potassium status of cucumber plants. Plant nutrition. Edited by A. Scaife Proceedings of the 9th International Plant Nutrition Colloquium. Vol. I.
- Angulo, C.A. 1986. Pepino acolchado en plástico negro en una y dos labores. Avances de investigación en hortalizas en el Estado de Sinaloa. CIAPAN. Publicación especial No. 6.
- _____. 1987. Calabacitas (Cucurbita pepo L.) acolchadas con plástico negro y plateado en una siembra tardía en el Valle de Culiacán. INIFAP-CIAPAN-CAEVACU. Culiacán, Sin. Soc. Mex. de Ciencias Hortícolas, A.C. II Congreso Nacional de Horticultura. 4 p.
- Aworh, O.C., J.R. Hicks, P.L. Minotti and C.V. Lee. 1980. - Effects of plant age and nitrogen fertilization on nitrate accumulation and postharvest nitrite accumulation in fresh spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (1):13-20.
- Baker, D.A. and E.P. Weatherley. 1969. Water and solute transport by exuding root systems of Ricinus communis. J. Exp. Bot. 20, 485-496.
- Barker, V.A. and D.N. Maynard. 1972. Cation and nitrate accumulation in Pea and Cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(1):27-30.

- Baver, L.D., W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1980. Física de suelos. Ed. UTEHA. México. 529 p.
- Blom, Z.M. and A.H. Eenink. 1986. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. J. - Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6):908-911.
- Burgueño, C., J.H. 1982. Comportamiento del pimiento Cv Yolo wonder (Capsicum annuum L. var Gossim sandt) bajo acolchado con películas de plástico. Tesis profesional UAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 109 p.
- Canales, C.R. 1987. Análisis relacionados con la no normalidad en investigaciones agronómicas. tesis M.C. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. 40 p.
- Cantliffe, J.D. 1972 a. Nitrate accumulation in vegetable - crops as affected by photoperiod and light duration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(3):414-418.
- Cantliffe, J.D. 1972 b. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Amer. Soc. - Hort. Sci. 97(2):152-154.
- Chirstiansen, N.M. 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. 1ª ed. Ed. Limusa, S.A. de C. V. México, D.F. 534 p.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1974. Paredón, Carta Topográfica. G14C13, Escala 1:50,000, Color:varios. 2ª ed. Secretaría de la presidencia (S.P.) México. 1 h.
- Davis, M.J., W.H. Loescher, M.W. Hammond and R.E. Thornton. 1986. Response of potatoes to nitrogen form and to change in nitrogen form at tuber initiation. J. Amer. - Soc. Hort. Sci. 111(1):70-72.

- 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.
- Doorembos, J. y W.O. Pruitt. 1976. Las necesidades de agua - de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, - Italia. 194 p.
- Dubois, P. 1978. Plastics in agriculture. Ed Applied Science Publishers LTD. Ripple Road Borkin, Exxes, London, - England. 180 p.
- Ehrler, W.L. 1962. Transpiration of alfalfa as affected by - low root temperature and other factors of a contro - lled environment. Plant Physiol. 37 Supplm. 843 p.
- Elamin, M.O. and G.E. Wilcox. 1986a. Nitrogen form ratio in - fluence on musk melon growth, composition and manga - nese toxicity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(3):320-322.
-
- _____ . 1986b. Manganese toxicity in - watermelon plants as influenced by nitrogen form. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5):765-768.
- Faz, C.R. 1987. Criterios agroclimáticos para la programación del riego en nogal pecanero. Sociedad Mexicana de - Ciencias Hortícolas, A.C. II Congreso Nacional de - Horticultura. 39 p.
- Fleige, H.H. Grimme, M. Renger and O. Strebel. 1983. Zur - Erfassung der nährstoffanlieferung durch Diffusion im effektiven Wurzelarum. Mitt. Dtsch. Boednkd. Ges. 38 381-386.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2ª ed. UNAM. México. 251 p.
- García, D., L.R. 1987. Efecto de la salinidad y condiciones limitantes de nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo del tomate (Lycopersicon esculentum Mill). Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 52 p.
- Grimme, H., O. Strebel, M. Renger and H. Fleige. 1981. Die potentielle K-Anlieferung an die Pflanzenwurzel - durch Diffusion Mitt Dtsch. Bodenkd. Ges. 36, 367-374.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. pp. 140-172.
- Haise, H.R. y R.M. Hagan. 1967. Suelo, planta y mediciones evaporativas como criterio para determinar el calendario de regadío. En: R.M. Hagan, H.R. Haise y T.W. Edminster (recops.) "Irrigation of Agricultural Lands". Amer. Soc. Agron., Madison, Wis. pp. 577-604.
- Hartman, P.L., H.A. Mills and J.B. Jones, Jr. 1986. The influence of nitrate: ammonium ratios on growth, fruit development and element concentration in "Floradel" tomato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 (4):487-490.
- Hernández, D.J. 1984. Repuesto del cultivo de sandía (Citrus lanatus L.) a tres factores de la producción: acolchado de suelos y fertilización nitrogenada y fosfatada. Tesis M.C. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 123 p.

- Holder, C.B. and K.W. Brown. 1980. The relationship between oxygen and water uptake by roots of intact bean -- plants. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 21-25.
- Horowitz M., Y. Roger and G. Herlinger. 1983. Solarization for weed control. Weed Science 31:170-179.
- Hudspeth, E.D. and T.J. Armuy. 1972. Polyethylene mulches - how they affect the soil beneath them. Agri-News, - News. Bulletin. No. 12., p. 19.
- Jasso I., R. 1987a. Comportamiento del melón (Cucumis melo L.) con arropado plástico bajo cinco frecuencias de riego. I..Desarrollo ontogénico. Soc. Mex. de Ciencias Hortícolas, A.C. II Congreso Nacional de Horticultura. 4 p.
- _____. 1987b. Comportamiento del melón (Cucumis melo L.) con arropado plástico bajo cinco frecuencias de riego. II. Rendimiento y Calidad. Soc. Mex. de Ciencias Hortícolas, A.C. II Congreso Nacional de Horticultura. 5 p.
- _____. 1987c. Las relaciones hídricas internas como - criterio de selección de materiales de chile ancho en ambientes adversos de humedad. Soc. Mex. de Ciencias Hortícolas, A.C. II Congreso Nacional de Horticultura. 55 p.
- Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. EDUTEX. México, D.F. 538 p.
- Locascio, S.J. and F.G. Martin. 1985. Nitrogen source and - application timing for trickle irrigated strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(6):820-823.

- Locascio, S.J., J.G.A. Fiskell, D.H. Graetz and R.D. Hauck. 1985. Nitrogen accumulation by pepper as influenced by mulch and time of fertilizer application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(3):325-328.
- Manrique, L.A. and R. Meyer. 1984. Effects of soil mulches - on soil temperature, plant growth and potato yields in an aridic isothermic environment in Peru. *Turrialba*. 34(4):413-420.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. Antrim, Northern Ireland. 674 p.
- Mendoza H., J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Depto. Agrometeorología UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. p. 138-143.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. 3^a ed. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 655 p.
- Milthorpe, F.L. and J. Moorby. 1974. an introduction to crop physiology. 2^a ed. Cambridge, Cambridge University Press. 259 p.
- Narro C., A. 1985. El acolchado de suelos y metodologías de riego en el cultivo del chícharo (*Pisum sativum* L.) Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 141 p.
- Narro F., E.A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 201 p.
- Peck, H.N. and G.E. Mac Donald. 1986. Cauliflower, broccoli and brussels sprouts responses to concentrated super phosphate and potassium chloride fertilization. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2):195-201.

- Picha, H.D. and C.B. Hall. 1981. Influences of potassium, -
cultivar and season on tomato graywall and blotchy
ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(6):704-708.
- Pill, W.G. and V.N. Lambeth. 1980. Effects of soil water re
gime and nitrogen form on blossom-end rot, yield, -
water relations and elemental composition of tomato
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(5):730-734.
- Programa Nacional de Investigaciones Para el Aprovechamiento
del Agua (PRONAPA). 1985. Uso de las películas de -
plástico como arropado del suelo para la producción
agrícola. Academias del curso. SARH-INIA-CIAN-PRONA
PA. 165 p.
- Ramírez, H.P. 1985. El riego en el cultivo de espinaca -
(Spinacia oleracea) var. Viroflay, bajo la práctica
de acolchado. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, -
Saltillo, Coah. 106 p.
- Richards, L.A. y C.H. Wadleigh. 1952. Agua del suelo y creci
miento de las plantas. En: B.T. Shaw (recop.), -
"Soil Physical Conditions and Plant Growth". Acade
mic Press Inc. Nueva York. p. 73-251.
- Riekels, W.J. 1972. The influence of nitrogen on the growth
and maturity of onions grown on organic soil. J. =
Amer Soc. Hort. Sci. 97(1):37-40.
- Robledo, P.F. and V.L. Martin. 1981. Aplicación de los plás
ticos en la agricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid,
España. 553 p.
- Scott-Russell, R. 1977. Plant root systems: their function
and interaction with the soil. Mac Graw-Hill. New -
York. 245 p.

- Stroehlein, J.L. and N.F. Oebker. 1979. Effects of nitrogen and phosphorus on yields and tissue analysis of chili peppers. Commun. In: Soil Sci. and Plant Analysis 10(3):551-563.
- Sutcliffe, F.J. 1977. Las plantas y el agua. Cuadernos de Biología. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 91 p.
- Sutcliffe, F.J. y D.A. Baker. 1979. Las plantas y las sales minerales. Cuadernos de Biología. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 106 p.
- Taylor, S.A. and G.L. Ashcroft. 1972. Physical edaphology. The physics of irrigated and nonirrigated soils. Freeman. San Francisco. 533 p.
- Ulrich, A. and K.H. Fong. 1969. Leaf analysis as a guide for potassium nutrition of potato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(4):341-344.
- Uriu, K., R.M. Carlson, D.W. Henderson, H. Schulbach and T.M. Aldrich. 1980. Potassium fertilization of prune trees under drip irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (4):508-510.
- Wiedenfeld, R.P. 1986. Rate, timing and slow-release nitrogen fertilizers on bell peppers and musk-melon. Hort. Sci. 21(2):233-235.
- Zárate, G.A. 1984. Efecto del acolchado de suelos y el abatimiento de humedad disponible en el frijol ejotero (Phaseolus vulgaris L.) Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.

A P E N D I C E A

Cuadro A. 1. Superficie cosechada, exportación por estado y total, precio promedio por temporada del pepino pickle. Temporadas 1983-84/1987-88.

Año	Superficie promedio/temporada (ha)	Exportaciones por Estados (ton)				Precio promedio de temporada (dólares/bulto)
		Michoacán	Sinaloa	Otros	Total	
1983/84	-	33,181	9,627	1,583	44,391	8.01
1984/85	6,563	36,892	21,817	4,822	66,531	7.78
1985/86	9,186	30,387	21,154	1,349	52,890	8.75
1986/87	9,024	30,397	26,524	1,247	58,168	10.01
1987/88	10,181	41,320	32,276	2,375	75,921	10.20

Cuadro A.2. Exportación de pepino de mesa y pepino pickle - controlada por la UNPH, y su participación en el total exportado. Temporadas 1976-77/1985-86

Temporada	Exportación total	(%)	Volumen y participación			
			Pepino de mesa	(%)	Pepino pickle	(%)
1976-77	104,988	100.0	80,375	76.6	24,613	23.4
1977-78	129,569	100.0	100,922	77.9	28,647	22.1
1978-79	137,013	100.0	105,589	77.1	31,424	22.9
1979-80	162,155	100.0	127,073	78.4	35,082	21.6
1980-81	162,709	100.0	120,228	73.9	42,481	26.1
1981-82	137,665	100.0	95,891	69.7	41,774	30.3
1982-83	151,756	100.0	107,119	70.6	44,637	29.4
1983-84	189,613	100.0	147,243	77.7	42,370	22.3
1984-85	167,349	100.0	111,656	66.7	55,693	33.3
1985-86 (1)	187,165	100.0	141,476	75.6	45,689	24.4
Media anual	153,998	100.0	113,757	74.4	39,241	25.6
Tasa media anual de crecimiento (%)	6.0		5.8		6.4	

Nota: (1) Cifras preliminares al mes de mayo de 1986

Fuente: UNPH, Boletines de las Convenciones Anuales y Asambleas Generales ordinarias. UNPH. Cierres del ciclo hortícola de exportación. Temporada 1976-77/1984-85.

UNPH, Reportes Decenales de Exportación. UNPH, Gerencias Regionales y Oficinas de Representación en Frontera, Temporada 1985-1986

A P E N D I C E B

Cuadro B.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de número de frutos de pepino pickle.

Fuente de variación	G.L.	1er corte 19/X/86	2º corte 25/X/86	3er corte 28/X/86	4º corte 1/XI/86	5º corte 4/XI/86	6º corte 9/XI/86	7º corte 12/XI/86	8º corte 17/XI/86
D (Bloques)	3	2.8198	12.5677	0.5503	2.4553	4.6875	2.1319	0.1149	0.50
A (Riego)	1	13.1504*	0.0012	0.0667	0.0208	2.5208	1.6875	0.3881	4.0833
Error (A)	3	0.91	2.7888	0.5021	3.7431	2.1319	1.2431	1.1186	0.9167
B (Acolchado)	1	2.6509	7.7217	0.1055	15.1875*	6.0208*	6.0208	0.5936	2.0833
A x B	1	13.6682*	1.6686	0.6735	1.6875	0.0208	7.5208	0.0186	-0.00
Error (B)	6	1.3801	1.7754	0.2548	1.6042	0.8542	2.1597	0.5015	0.6528
C (Fertilización)	2	0.2356	0.2281	0.1795	1.6458	1.0833	7.75*	0.2261	0.3958
A x C	2	1.6891	0.0213	0.0323	0.1458	0.5833	2.25	0.6895	1.8958
B x C	2	5.8922*	0.9408	0.0566	3.0625	1.0833	2.5833	0.3179	1.2708
A x B x C	2	5.2160*	1.5292	0.2249	0.0625	1.5833	2.5833	0.4652	0.1875
Error (C)	24	1.2248	0.5721	0.2351	1.2292	2.1111	1.7361	0.3052	0.8264
\bar{x}		3.57	3.3935	1.8513	2.104	1.271	2.3125	0.2857	1.0833

**, *: significativos al 0.01 y 0.05 respectivamente

Cuadro B.2. Cuadrados medios del análisis de varianza de peso fresco de fruto de pepino pickle

Fuente de variación	G.L.	1er corte 19/X/86	2º corte 25/X/86	3er corte 28/X/86	4º corte 1/XI/86	5º corte 4/XI/86	6º corte 9/XI/86	7º corte 12/XI/86	8º corte 17/XI/86
D (Bloques)	3	52.0156	2553379.25	68853.5	17.5898	13301.3906	0.0074	118.75	3.0048
A (Riego)	1	864.5977*	38252.00	67500.0	7.2295	6302.0781	0.0009	1752.083	14.6218
Error (A)	3	30.6426	490328.00	56712.5	36.8262	6464.5884	0.0028	1679.861	7.4585
B (Acolchado)	1	243.1836	1708190.00	24752.25	307.1294**	18802.0781	0.0166	2268.75	4.9761
A x B	1	515.4355	309602.0	72075.25	10.77	2133.3594	0.0310	918.751	0.4307
Error (B)	6	97.4027	367948.6562	45534.332	19.9468	5927.4272	0.0080	752.0832	5.3262
C (Fertilización)	2	1.3936	31416.00	18967.25	6.426	4627.0859	0.0279**	76.5625	1.9604
A x C	2	47.9482	2838.0	57920.375	4.145	2277.0859	0.0082	816.156	22.461
B x C	2	337.5791**	105056.0	8800.5	54.1616*	5858.3359	0.0058	351.5625	18.2162
A x B x C	2	173.2725	257808.0	25032.625	1.1538	4633.3203	0.0042	432.812	1.0280
Error (C)	24	55.0999	105093.3359	23005.5215	15.4743	7603.1255	0.0044	617.882	10.0531
\bar{x}		25.553	746.98	238.125	10.99	73.33	0.11035	16.875	4.512

** , * : significativos al 0.01 y 0.05 respectivamente

Cuadro B.3 Análisis de regresión lineal múltiple por pasos (Stepe Wise) entre el rendimiento promedio de todos los cortes de pepino pickle y las características o componentes del rendimiento.

1. Rendimiento promedio de todos los cortes de pepino pickle vs. las características o componentes del rendimiento de todos los tratamientos.

$$\hat{Y}_i = 0.5221912 + 7.188938 x_{4i}$$

$$R^2 = 0.9249$$

Columna	Parámetro estimado	Error estándar	Valor-Tc (b=0)	Valor - Tt 0.05	Valor - Tt 0.01	Prob. b=0	R secuencial	R simple
Constante	-0.5221912							
No. de frutos	7.188938	0.6478019	11.10	2.07	2.8	0.000	0.9249	0.2949

Fuente de variación	G.L	S.C. (secuencial)	Cuadrados medios	Proporción-F	Prob F
Constante	1	2956.844	2956.844		
Modelo	1	47.49311	47.49311	123.15	0.000
Error	10	3.856432	0.3856432		
Total	11	51.34954	4.66814		

Raíz del cuadrado medio del error	0.6210018	Media de la variable dependiente	15.69725
Coefficiente de variación	3.956118E-02	R ²	0.9249
R ² ajustado	0.9174	Durbin-Watson	1.625364

Cuadro B.3.continuación

2. Rendimiento promedio de todos los cortes de pepino pickle vs. las características o componentes del rendimiento de los tratamientos acolchados.

$$\hat{Y}_i = -1.878856 + 7.742876 x_{1i}$$

$$R^2 = 0.9492$$

Columna	Parámetro estimado	Error estandar	Valor-Tc (b = 0)	Valor - Tt 0.05	Valor - Tt 0.01	Prob. b = 0	R secuencial	R simple
Constante	-1.875886							
No. de frutos	7.742876	0.3817829	20.28	2.07	2.8	0.000	0.9492	0.9492

Fuente de	G.L	S.C. (secuencial)	Cuadrados medios	Proporción-F	Prob. F
Constante	1	6887.872	6887.972		
Modelo	2	236.6321	236.6321	411.31	0.00
Error	21	12.65683	0.5753102		
Total	23	249.289	10.83865		

Raíz del cuadrado medio del error	0.7584921
Media de la variable dependiente	16.94092
Coefficiente de variación	4.477279E-02
R ²	0.9492
R ² ajustado	0.9469
Durbin-Watson	1.354061

Cuadro B.3.continuación

3. Rendimiento promedio de todos los cortes de pepino pickle vs. las características o componentes de rendimiento de los tratamientos no acolchados.

$$\hat{Y}_i = -5.6827 + 6.7678 x_4 + 0.98019 x_3$$

$$R^2 = 0.8432$$

Columna	Parámetro estimado	Error estándar	Valor-Tc	Valor -Tt 0.05	0.01	Prob. b = 0	R secuencial	R simple
Constante	-5.682791							
No. de frutos	6.767855	0.803645	8.42	2.07	2.8	0.000	0.8004	0.8004
Materia seca	0.9801903	0.409423	2.39	2.07	2.8	0.020	0.8432	0.3135

Fuente de	G.L	S.C. (secuencial)	Cuadrados medios	Proporción - F	Prob. F
Constante	1	4862.249	4862.249		
Modelo	2	172.2231	86.11153	56.45	0.00
Error	21	32.03453	1.525454		
Total	23	204.2576	8.880765		
Raíz del cuadrado medio del error		1.235093			
Media de la variable dependiente		14.23354			
Coeficiente de variación		8.677339E-02			
R ²		0.8432			
R ² ajustado		0.8282			
Durbin-Watson		2.095265			