

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE INGENIERIA

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN HUERTO DE DURAZNO
(Prunus persicae) EN MICROCUENCAS CON DIFERENTES
MATERIALES DE COBERTURA PARA EL CONTROL DE LA EVA
PORACIÓN DIRECTA.

VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

T E S I S :

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS,
ESPECIALIDAD DE RIEGO Y DRENAJE.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

1979

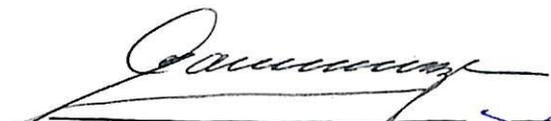
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE INGENIERIA

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN HUERTO DE DURAZNO
(Prunus persicae) EN MICROCUENCAS CON DIFERENTES
MATERIALES DE COBERTURA PARA EL CONTROL DE LA EVA
PORACIÓN DIRECTA.

APROBADA POR:

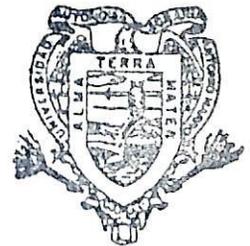

Arturo Carranza de la P.
M.C.
Presidente del Jurado


Dr. Salvador Muñoz C.
M.S., pH.D.
Sinodal


Juan José Rojas R.
M.C.
Sinodal

EL COORDINADOR DE LA DIVISION
DE INGENIERIA.


pH.D. Salvador Muñoz Castro



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. 1979

AGRADECIMIENTO

A LA U.A.A. "A.N." POR LAS FACILIDADES PROPORCIONADAS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (INIA) POR LAS FACILIDADES PROPORCIONADAS PARA SU IMPRESIÓN.

AL ING. M.C. ARTURO CARRANZA DE LA PEÑA POR LA SUGERENCIA DEL TEMA, DIRECCIÓN Y SU CONSTANTE APOYO PARA LA MEJOR REALIZACIÓN DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

AL DR. SALVADOR MUÑOZ CASTRO, POR SU CUIDADOSA REVISIÓN DEL MANUSCRITO Y POR SUS VALIOSAS SUGERENCIAS.

AL COLEGIO DE POSTGRADUADOS, POR EL ADIESTRAMIENTO RECIBIDO.

A LA SRITA. BEATRIZ CUEVAS ESQUIVEL, A CUYO CARGO ESTUVO BASICAMENTE EL TRABAJO MECANOGRAFIADO DE ESTA TESIS.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: AMADO Y CLEOTILDE

A MARTHA OFELIA MI ESPOSA

A MARTHA OFELIA MI HIJA

A MIS HERMANOS:

IRMA MANUELA
GENARO
RAFAEL

ELIDA
HERIBERTO
JUANITA

CON ESPECIAL AFECTO:

A MIS MAESTROS

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
Unidades de Resistencia Eléctrica	5
Precipitación Pluvial	8
Aparato para la medición de la precipitación	11
Escurrimiento	14
Evaporación	17
Transpiración	19
Evapotranspiración	20
Métodos para el control de la evapotranspiración	23
Avances sobre la captación de agua de lluvia en Microcuencas	33
OBJETIVOS	39
MATERIALES Y METODOS	39
RESULTADOS Y DISCUSION	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	61
APENDICE	70

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Precipitación pluvial registrada los últimos 5 años en Buenavista Saltillo, Coah.	71
2	Evaporación registrada los últimos años.	72
3	Temperatura registrada los últimos años.	73
4	Características físico-químicas del sitio Experimental.	74
5	Valores semanales de la precipitación pluvial y del contenido de humedad del suelo bajo diferentes materiales de cobertura.	75
6	Análisis de varianza del contenido de humedad el día 13 de octubre de 1978 para las profundidades de 30 y 60 vms.	76
7	Altura promedio semanal de las plantas en cuatro diferentes tratamientos y su promedio de crecimiento diario.	77

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
8	Diámetro promedio semanal de las plantas en cuatro diferentes tratamientos y su promedio de crecimiento diario.	78
9	Análisis de varianza de altura 15 de octubre de 1978. Análisis de varianza de diámetro 15 de octubre de 1978.	79

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Distribución de las zonas áridas y semi-áridas en el País.	2
2	Curvas de calibración para tres tipos de bloques de resistencia.	6
3	Pluviómetro.	13
4	Relación entre la precipitación y el escurrimiento total.	16
5	Evapotranspiración real y potencial para un período de tiempo.	21
6	Sistema de captación empleado.	42
7	Curva de calibración de los bloques de resistencia para la profundidad de suelo de 30 cms.	47
8	Curva de calibración de los bloques de resistencia para la profundidad de suelo de 60 cms.	48
9	Promedios semanales del contenido de humedad de los tratamientos de suelo desnudo y grava.	52
10	Promedios semanales del contenido de humedad de los tratamientos de cartón asfaltado y polietileno negro.	53

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
11	Precipitación mensual durante el período de estudio.	55
12	Curva de crecimiento en altura.	57
13	Curva de crecimiento de diámetro.	58

INTRODUCCION

Las condiciones meteorológicas que prevalecen en el árido Mexicano, hacen que los cultivos tradicionales produzcan rendimientos bajos y en algunos casos estos sean nulos.

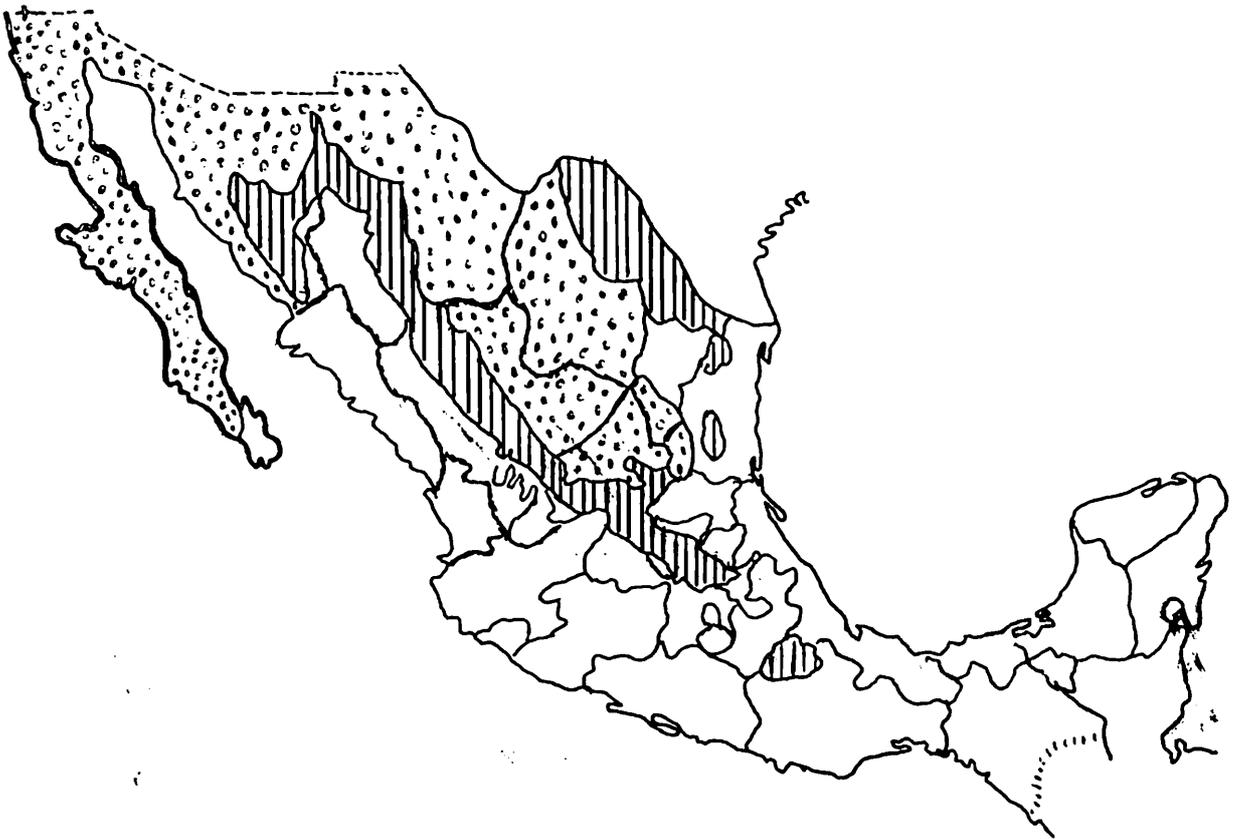
México cuenta con una superficie aproximada de 56.700,000 has. de zona árida y 23.340,000 has. de zona semi-árida (9) Fig. 1.

De un total de 23 millones de hectáreas de tierra laborable, unos 18.5 millones (84%), corresponde a terrenos de temporal (15) más aún, de esta agricultura viven directamente más de 25 millones de personas, lo cual equivale casi al 40% de la población total del país (28).

El subdesarrollo de la agricultura de temporal en la mayoría de los países en vía de desarrollo es uno de los problemas socioeconómicos más serios que afecta su economía. Un análisis de las necesidades y principales problemas con que se encuentra o enfrenta el campesino y ganadero de las zonas áridas, es la falta de agua, que es un factor limitante de los aspectos sociales, económicos y de salud de una gran población, marginada del desarrollo.

El recurso agua en estas zonas depende básicamente, de la precipitación, siendo ésta sumamente errática y de poca cuantía.

FIGURA 1. DISTRIBUCION DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMI-ARIDAS EN EL PAIS.



ZONA ARIDA (SUP. 56,700,000 Has.)



ZONA SEMI-ARIDA (SUP. 23,340,000 Has.)

Además tenemos que por lo general los suelos de las zonas áridas en su gran parte presentan alta permeabilidad, lo cual permite que el agua que se almacena en los períodos de lluvia en bordos o pozos de tierra se pierda rápidamente por infiltración.

La alta evaporación de estas regiones donde el clima es cálido y seco causa pérdida de agua del orden de los 2,500 mm. anuales en evaporación potencial, cantidad mayor que la precipitación en una extensa área de la zona árida. Aunados a la condición meteorológica desfavorables, se encuentran entre otras, las técnicas tradicionales para la preparación del terreno, utilización de semillas criollas, ausencia de prácticas culturales, (10).

Todos estos factores limitan la producción agrícola de estas zonas, haciendo difícil la subsistencia del campesino que tiene que abandonarlas y trasladarse a la ciudad.

Esta realidad ha creado la necesidad de hacer investigaciones tendientes a mejorar las prácticas de captación y conservación del agua de lluvia; para que la poca y mal distribuída precipitación sea aprovechada más eficientemente, y a desarrollar técnicas y nuevos cultivos, que puedan ser empleados en las zonas áridas, para proporcionar a los habitantes de esas regiones una mayor seguridad económica y social.

La demanda de productos alimenticios a nivel mundial ha obligado a optimizar la producción aún bajo condiciones de clima severo. Los volúmenes de agua que se pierden por escurrimiento anualmente representan un fuerte potencial en la explotación agropecuaria de esas regiones, que pueden ser aprovechados mediante el uso de microcuencas, u otras estructuras que retengan y concentren el escurrimiento en el área cultivable.

La captación de aguas pluviales y su almacenamiento, evitando al máximo las pérdidas por infiltración y evaporación puede constituir para los habitantes de las zonas áridas de México, un cambio radical de carácter positivo en su precaria economía.

El objetivo del presente trabajo, es iniciar una serie de ensayos que arroje información sobre la posibilidad de establecer huertos de frutales con agua de lluvia captada "in situ" y probar algunos materiales de cobertura para el control de la evaporación directa.

REVISION DE LITERATURA

Unidades de Resistencia Eléctrica

Para estimar el contenido de humedad se han utilizado las propiedades de resistencia al flujo eléctrico. Como la conductividad eléctrica de un sólido poroso depende de la concentración de la solución contenida en sus poros, es posible relacionar su conductividad eléctrica con el contenido de agua del mismo.

La conductividad eléctrica es también función de las sales del bloque poroso y de la dimensión y forma del bloque, (20). G.J. Bouyoucos diseñó un bloque de yeso en el cual se incrustan dos electrodos de hilo recto. La humedad del bloque tiende a equilibrarse con la del terreno. A medida que la humedad aumenta hay más sulfato de calcio en solución, y la resistencia entre los electrodos disminuye.

En la fabricación de bloques de resistencia usados para medir el contenido de agua del suelo se han utilizado un gran número de modelos y varias clases de materiales, tales como yeso, nylon, fibra de vidrio, la combinación de estos con yeso, y algunos otros.

La resistencia al flujo eléctrico entre los electrodos depende de la cantidad de agua que rodea el material poroso y que, a su vez depende de:

- a) La afinidad relativa del suelo y del material poroso por la humedad.
- b) De la velocidad de transferencia del agua de un material a otro.
- c) De la conductividad eléctrica de la solución que está dentro de la zona de influencia eléctrica de los electrodos.

Todas las unidades deben calibrarse, de manera que su lectura exprese tensión de humedad o contenido de humedad, Figura 2.

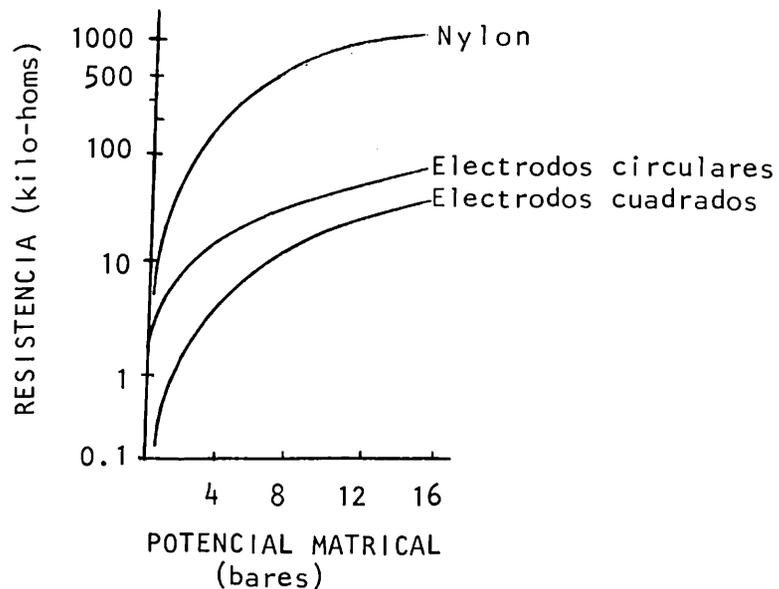


Figura 2. CURVAS DE CALIBRACION PARA TRES TIPOS DE BLOQUES DE RESISTENCIA.

La variabilidad entre unidades de algunas clases de material es mayor que la de otras, por lo que una curva de calibración que se use para más de una unidad conducirá a errores, y la magnitud del error dependerá de la uniformidad de las unidades. La mayoría de las unidades sufre cambios de calibración con el uso, por lo que se recomienda que se recalibre con frecuencia, (20). Por otra parte, existen diferencias entre bloques que producen modificaciones considerables en la calibración a través del tiempo, en especial cuando se utilizan bloques de yeso.

Por lo general, los bloques de nylon y de fibra de vidrio son más sensibles a las condiciones de humedad alta y de baja tensión que las de yeso. El yeso actúa en condiciones óptimas cuando las tensiones oscilan entre 1 y 15 atmósferas, el bloque de yeso (CaCO_3) es menos sensible a las sales del suelo que el nylon y la fibra de vidrio debido a la concentración de CaCO_3 soluble del agua del interior de un bloque de dicho material, aunque de más corta duración, (27).

Los bloques de resistencia son más confiables bajo condiciones de humedad de un suelo seco, generalmente con más de 1 bar de succión.

La calibración de las unidades de resistencia para obtener la relación entre la resistencia eléctrica y el potencial de agua del suelo puede hacerse colocándolos en un suelo

puesto en una placa porosa o en una membrana de presión.

Las ventajas de utilización de bloques de resistencia eléctrica para determinar humedad, son entre otras: El ser un método no destructivo de precisión confiable que permite la determinación del contenido de humedad o potencial mátrico directamente en el campo sin necesidad de extraer muestras, para luego determinarle la humedad en el laboratorio, (20).

Bloques de resistencia y contadores pequeños de transistores para la lectura de propiedades eléctricas pueden ser adquiridas en la actualidad en el comercio y son empleadas en muchas zonas para el control de humedad, (27).

Ojeda (40) dice que el método es aplicable para toda clase de suelos y para todos los cultivos. El encontró que existe una relación definida entre la resistencia de los electrodos y la tensión con la que el suelo retiene el agua pudiéndose afirmar en general, que a mayor resistencia de los electrodos, menores cantidades de agua pueden ser utilizadas en las plantas.

Precipitación Pluvial

El término precipitación se refiere al agua atmosférica que cae sobre la superficie de la tierra, en cualquier forma (lluvia, escarcha, granizo o nieve, etc.), (22).

Springall (45) dice que la precipitación es un componente fundamental del ciclo hidrológico y la define como el agua que recibe la superficie terrestre en cualquier estado físico, proveniente de la atmósfera, y que para que se origine la precipitación es necesario que una parte de la atmósfera se enfríe hasta que el aire se sature con el vapor del agua, originándose la condensación del vapor atmosférico, lo cual se logra por elevación del aire.

Linsley, Kohler y Paulus (33) mencionan que la humedad siempre está presente en la atmósfera aún en los días sin nubes y para que ocurra la precipitación, se requiere algún mecanismo que enfríe el aire lo suficiente para que llegue de esta manera a o cerca del punto de saturación. Los enfriamientos de grandes masas, necesarias para que se produzcan cantidades significativas de precipitación, se logran cuando ascienden las masas de aire. Este fenómeno se lleva a cabo por medio de sistemas convectivos o convergentes que resultan de radiaciones desiguales, las cuales producen calentamientos o enfriamientos de la superficie de la tierra y la atmósfera, o por barreras orográficas.

De las diferentes formas de precipitación que existen para este caso la que más nos interesa es la lluvia, por lo cual a continuación nos referimos a ésta:

Lluvia

Es la precipitación en forma de gotas de agua de un diámetro mayor de 0,5 mm. que cae en el aire en calma a una velocidad mayor de 3 m/seg. (10.8 km/hr.).

La lluvia que cae sobre el terreno se dispersa de varias formas: Una parte es retenida temporalmente por el suelo y luego evaporada a la atmósfera o absorbida por las plantas y luego transpirada, otra parte de la lluvia escurre sobre la superficie del suelo hasta llegar a arroyos y ríos, mientras que otra parte penetra más al terreno y pasa a formar parte de los acuíferos subterráneos los cuales eventualmente desembocan en los océanos, afloran espontáneamente o son explotados por el hombre. La lluvia ejerce al terreno influencia mecánica, la cual consiste en un apretamiento y/o disgregación de la partícula del suelo; física, que se refleja en la formación del suelo; química, que se refiere a la solubilización de los minerales del suelo, estado en el cual son tomados por la planta. Algunas de las que son favorables y otras desfavorables para la agricultura. La influencia de la lluvia como suministro de agua para las plantas normalmente es benéfica aún cuando existen casos en que es perjudicial.

La cantidad de agua aprovechable por las plantas en un suelo depende grandemente de la precipitación pluvial en las áreas de temporal. La lluvia es medida en unidades lineales

les (mm.). La efectividad de la precipitación depende de la cantidad de agua que se aloje en la parte del suelo ocupada por las raíces y la cantidad que pueda ser usada por la planta. Lo anterior depende de los siguientes factores: Distribución de la lluvia (verano o invierno), intensidad, duración, topografía y textura del suelo que afectan la infiltración del agua de lluvia en el suelo. La cantidad de evaporación del agua del suelo que depende de la temperatura, humedad del aire, velocidad del viento, presión atmosférica y de la textura del suelo, etc. Una buena cubierta vegetal aumenta la eficiencia de la lluvia ya que realiza una retención muy considerable de la misma, sucediendo lo contrario en casos de escasa cubierta vegetal produciéndose escurrimiento y erosión, (37).

Aparatos para medición de la Precipitación

La precipitación pluvial se expresa generalmente en términos de lámina acumulada en 24 hrs. (diaria), lámina acumulada mensual y precipitación anual, (37).

Los aparatos de medición se basan en la exposición a la interperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura. Los aparatos de medición se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones en pluviómetro y pluviógrafo.

En la República Mexicana se dispone aproximadamente de 2,000 pluviómetros y 300 pluviógrafos, los cuales están operados principalmente por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Federal de Electricidad, Servicio de Meteorología Nacional y la Comisión Internacional de Límites y Aguas, (45).

Pluviómetro

Consiste en un recipiente cilíndrico de lámina de aproximadamente 20 cms. de diámetro y 60 cms. de alto. La tapa del cilindro es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta de sección 10 veces menor que la de la tapa, Figura 3. Esto permite medir la altura de la lluvia en la probeta con una aproximación de décimos de milímetro. Para medirla se saca la probeta y se introduce una regla graduada, con la cual se toma la lectura.

Pluviógrafo

Por medio de este aparato se lleva un registro de altura de lluvia contra tiempo. Los más comunes son de forma cilíndrica y el embudo receptor está ligado a un sistema de flotadores, que originan el movimiento de una aguja sobre un papel registrador montado en un sistema de reloj. Como el pa

pel registrador tiene un cierto rango en cuanto a la altura - de registro, una vez que la aguja llega al borde superior automáticamente, por medio de un sifón se vacía el recipiente para iniciar nuevamente el registro a partir de cero mm.

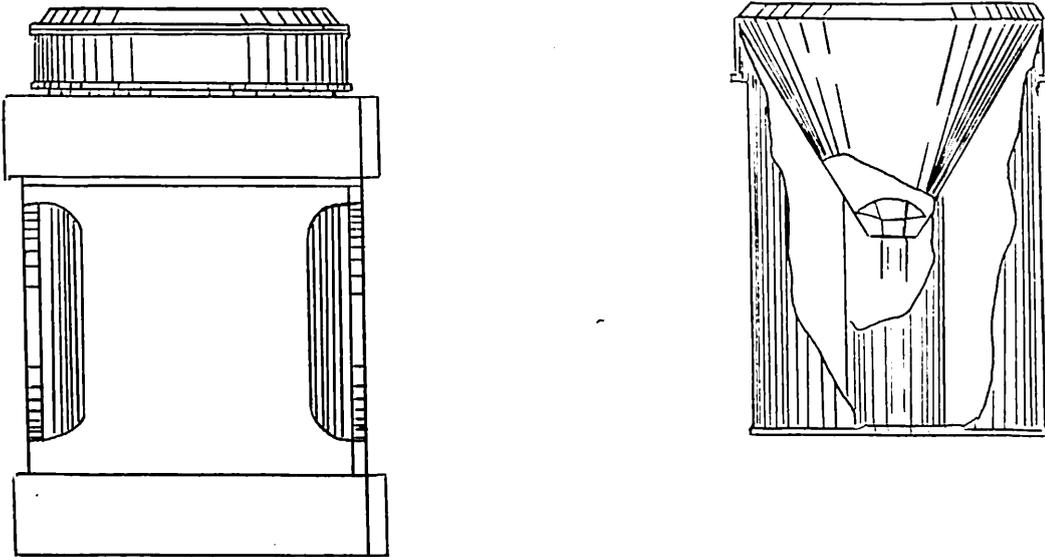


Fig. 3. PLUVIOMETRO

Utilizando el pluviógrafo se conoce la intensidad de la precipitación, que se define como la altura de precipitación entre el tiempo que se originó, (32, 36, 44). Los tipos principales de pluviógrafo son:

a) Pluviógrafo de peso. Consiste en un recipiente colocado sobre una báscula, los movimientos de la báscula ope-

ran una pluma que escribe sobre un tambor con cuerda de reloj describiendo una curva masa, (32).

b) Pluviógrafo de volumen. Consiste en un recipiente con un flotador donde su movimiento opera una pluma que escribe sobre un tambor que tiene cuerda de reloj, (32).

Escurrimiento

El escurrimiento es la parte de la precipitación drenada por las corrientes de las cuencas hasta su cauce, (25, 45).

El término escurrimiento denota aquella parte de la precipitación y otras contribuciones al flujo de corrientes, que alcanzan la red de drenaje superficial de la cuenca. Es el flujo producido por una cuenca que aparece en el punto de drenaje de la misma, (37).

De acuerdo a la fuente de la cual el escurrimiento proviene, éste puede clasificarse como superficial, sub-superficial, y escurrimiento derivado de mantos subterráneos.

Escurrimiento superficial es la parte del escurrimiento que se mueve sobre la superficie del terreno y la red de drenaje superficial hasta alcanzar el punto de drenaje de la cuenca. El escurrimiento superficial se mueve pues sobre la super

ficie del terreno y entra a los cauces de drenaje donde se une a los otros componentes del escurrimiento para constituir el escurrimiento total.

El escurrimiento sub-superficial es aquel debido a aquella parte de la precipitación que se infiltra y mueve luego lateralmente a través de los horizontes superiores hacia la red de drenaje, en la forma de un manto freático efímero y superficial de carácter suspendido por arriba del nivel principal del manto freático.

El escurrimiento derivado de aguas subterráneas, es la parte del escurrimiento total debido a la percolación profunda del agua infiltrada que después de convertirse en agua subterránea, es descargada en la red de drenaje (37, 45).

El escurrimiento total está compuesto por los escurrimientos directos y base. Este último proviene del agua subterránea y el primero es originado por el escurrimiento superficial.

En la Figura 4 se muestra el ciclo del escurrimiento, indicando las diferentes fases, entre la precipitación y el escurrimiento total.

El proceso presentado anteriormente depende de las condiciones existentes y de la cantidad de agua producida por la tormenta, (37, 45).

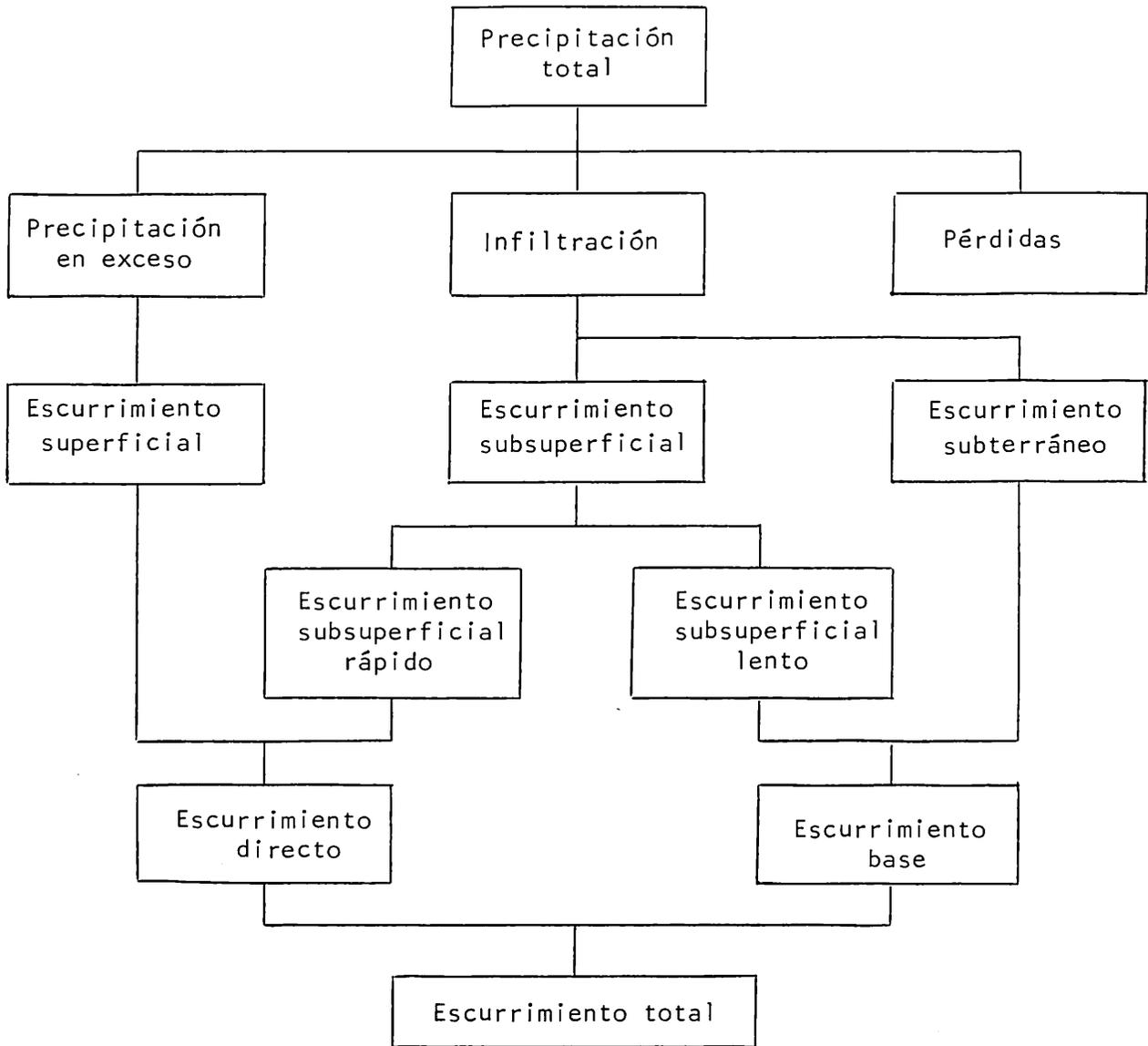


Figura 4. RELACION ENTRE LA PRECIPITACION Y EL ESCURRIMIENTO TOTAL.

Durante una tormenta, la precipitación pluvial total puede ser considerada como constituida por la precipitación excesiva y ciertas abstracciones. Precipitación excesiva es aquella parte de la precipitación que contribuye directamente al escurrimiento superficial. Las abstracciones son la parte restante de la precipitación que no resulta en escurrimiento superficial, tales como la intercepción, evaporación, transpiración, almacenamiento en depresiones e infiltración.

Evaporación

Es el proceso por el cual las moléculas del agua, en la superficie de un recipiente o en la tierra húmeda, adquiere suficiente energía cinética debido a la radiación solar y pasa del estado líquido al gaseoso, (45).

La evaporación afecta rápidamente el contenido de humedad del suelo a una profundidad de aproximadamente 20 - 30 cms. A profundidades mayores se van afectando más lentamente dependiendo de la capacidad del suelo para conducir agua en forma capilar, (4). Las condiciones ambientales y atmosféricas que afectan la evaporación desde superficies líquidas también afectan la evaporación desde el suelo, la diferencia radica, en la naturaleza de la superficie desde la cual la evaporación ocurre, Las moléculas de agua deben vencer una mayor re-

sistencia para escapar desde el suelo que desde una superficie líquida, la cual es debido a la atracción de las moléculas de agua por las partículas del suelo. Para propósitos prácticos, sin embargo, la evaporación desde el suelo es generalmente agrupada con la pérdida de agua por las plantas en un solo término, la evapotranspiración, (37). La evaporación del agua del suelo depende de la temperatura del agua y aire, velocidad del viento, presión atmosférica, textura del suelo y calidad del agua, (43).

Como la evaporación es de gran importancia dentro del ciclo hidrológico, se han hecho grandes esfuerzos tendientes a establecer un método que permita estimarlo en forma directa, para lo cual se ha estado utilizando el tanque evaporímetro. El tanque evaporímetro más comúnmente usado consiste en un recipiente circular de aproximadamente 1.20 m. de diámetro y 0.26 m. de altura. Además existen una gran diversidad de ecuaciones para estimar la evaporación, las cuales se pueden agrupar en:

- a) Ecuaciones empíricas obtenidas a partir de relaciones entre datos de evaporímetros y elementos climáticos.
- b) Ecuaciones basadas en consideraciones teóricas del balance de energía.

Las primeras se basan en la ley de Dalton y las segundas están basadas en evidencias experimentales o coeficientes, los cuales se deben obtener empíricamente. (45).

Transpiración

Todas las sustancias son tomadas por las plantas disueltas en agua, sin embargo, la casi totalidad del agua que la planta absorbe no es retenida por ella, sino que se evapora y pasa al aire desde las hojas y otros órganos aéreos.

La transpiración se define como la suma de los vapores de agua que se pierden a través del sistema planta, la cual se efectúa desde las hojas y tallos suculentos por medio de la difusión de vapor de agua a través de los estomas a la masa de aire adyacente, (4).

Solo una mínima fracción del agua absorbida por el sistema radicular de las plantas es usada por las mismas en la elaboración de tejidos, mientras que casi la totalidad es descargada a la atmósfera en forma de vapor, (33). Los factores que afectan la transpiración pueden ser fisiológicos o ambientales.

Entre los factores fisiológicos que lo afectan están densidad y comportamiento de las hojas, extensión y características de la cubierta protectora, estructura de las ho-

jas, y enfermedades de las plantas, de los factores ambientales tenemos, la temperatura, radiación solar, viento y humedad del suelo.

La medición de la transpiración directamente es imposible en condiciones naturales, su determinación se limita a laboratorio, cuyos métodos se pueden dividir en dos clases:

a) Medición del agua transpirada, el cual consiste en colocar una planta en un recipiente cerrado y la transpiración se determina a partir del cambio de humedad que se observa en el recipiente.

b) Medición del cambio de peso debido a la pérdida de agua. Este es un método práctico para medir la transpiración utilizando un fitometro el cual consiste en una gran vasija llena de tierra en la cual se colocan una o más plantas, la superficie del suelo se sella para evitar evaporación, así la humedad que se escape se deberá solo a la transpiración, y se determina por la pérdida de peso de planta y vasija, (45).

Evapotranspiración

La transpiración y la evaporación, son factores íntimamente ligados por lo cual su separación en la práctica es difícil por lo que se ha determinado usar el término evapotranspiración, que se define como la suma de los valores de -

evaporación y transpiración.

La evapotranspiración Potencial (ETP) se define como la suma de los valores de agua que se pierden por evaporación y transpiración de un cultivo verde que cubre totalmente el suelo y que este tiene el agua a máxima disponibilidad bajo condiciones de clima específico.

Evapotranspiración Real (ETR) es la suma de los valores de agua que se pierden por evaporación y transpiración bajo condiciones específicas de humedad del suelo, cubierta vegetal y de un clima dado. La diferencia que existe entre ella se puede apreciar en la Figura 5.

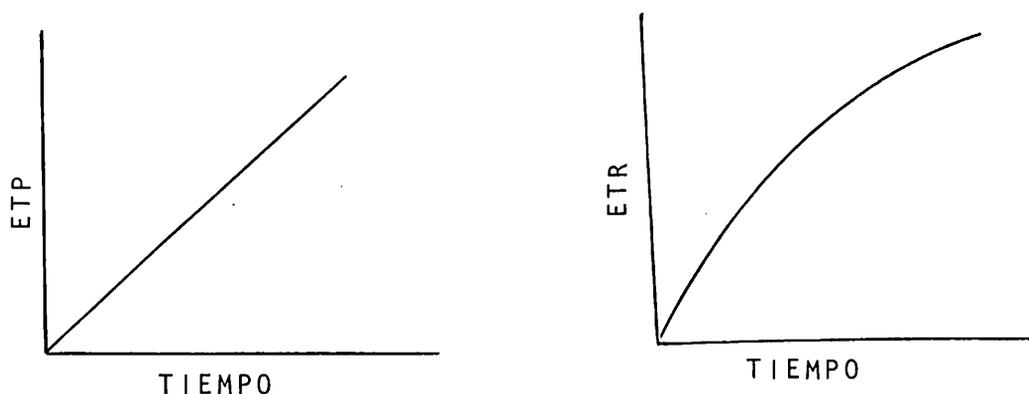


Figura 5. EVAPOTRANSPIRACION REAL Y POTENCIAL PARA UN PERIODO DE TIEMPO.

Se puede observar que la evapotranspiración Potencial (ETP) a intervalos de tiempos iguales tiene una forma constante o sea que a iguales intervalos de tiempo se tienen iguales valores de evapotranspiración. En la ETR evapotranspi

ración Real sucede lo contrario, a iguales intervalos de tiempo disminuye la evapotranspiración.

Los factores que afectan la evapotranspiración son:

a) Clima. La Evapotranspiración depende de las fuerzas evaporativas del ambiente determinado por: Temperatura, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento, etc.

b) Planta. Profundidad del sistema radicular, capacidad de absorción de las raíces, estado de desarrollo del cultivo, de la duración del ciclo vegetativo.

c) Diversos. En los cuales se encuentran las causadas por el hombre, o los que el hombre puede modificar como, variedades, densidad de plantas, espaciamiento de plantas, orientación, riegos, fechas de siembra, manejo del agua, labores de cultivo y aspersiones químicas, (4).

Los métodos que se utilizan para evaluar la evapotranspiración mencionada por Springall (42) son:

- a) Muestreo de humedad del suelo: Gravimétrico, tensiómetros, block de yeso, dispersor de neutrones.
- b) Medición con lisímetros.
- c) Medición del agua circulante.
- d) Ecuaciones de evapotranspiración.

Métodos para el control de la Evapotranspiración

Sampat A. Gravande (20), dice que cuando se han logrado las condiciones para el máximo almacenamiento de humedad, es esencial que las pérdidas de humedad del suelo se mantengan tan bajo como sea posible.

Las pérdidas pueden presentarse de tres formas: Por evaporación de la superficie del suelo, por transpiración de las plantas en crecimiento y por percolación dentro de capas más profundas. Las pérdidas por percolación en zonas semi-áridas son muy pequeñas, sin embargo, las pérdidas por transpiración y evaporación pueden controlarse en cierta manera.

Atenuar o reducir los procesos de evaporación o transpiración puede ser importante, tanto para reducir las necesidades de agua de riego, como para aliviar el déficit de humedad de las plantas bajo ciertas condiciones climáticas.

Estudios realizados por Rusell-Scott y Baver en 1960, Gale y Hagan en 1966 concluyen que aunque la transpiración se reduzca, basta un pequeño porcentaje para satisfacer las necesidades de toma y transporte de minerales esenciales para la planta, (18) (42).

Lange D. L. (30) determinó que al suspender la transpiración bajo condiciones externas, la temperatura de las

hojas puede ascender a 10°C sobre la presentada normalmente.

Seginer I (44), estudió el aspecto teórico del uso de materiales reflejantes no selectivos y estimó que con el uso de ellos es posible ahorrar alrededor de 30% de agua de irrigación.

Estudios de laboratorio realizados por Abu-Khaled y colaboradores (1), utilizando kaolinita aplicada de diversas especies, mostraron que la fotosíntesis solo se vio afectada a intensidades bajas de luz.

Vázquez R. E. (50), menciona que de los antitranspirantes estudiados los que presentan mayores posibilidades son:

a) Materiales reflejantes.- Los cuales actúan como reflejantes de la radiación solar. Lo cual se puede lograr con la aplicación a la superficie foliar de un pigmento reflejante para reducir la cantidad de radiación neta recibida.

Las características ideales de los materiales reflejantes son:

a) No ser tóxicos, capaz de adherirse al follaje, y de suficiente estabilidad y permeabilidad a los gases para no interferir con la fotosíntesis y la respiración.

b) Cubiertas artificiales.- El uso de cubiertas

artificiales, tales como invernaderos y túneles de plástico; - este sistema presenta dos posibilidades:

1. Mantiene una alta humedad del aire alrededor de las plantas con lo cual la transpiración se reduce.
2. Mantiene una alta concentración de CO_2 en el aire durante las horas de máxima radiación con la adición de CO_2 en forma de gas, el cual actúa reduciendo la transpiración e incrementando la fotosíntesis.

c) Substancias que actúan sobre las hojas cerrando los estomas.

El mecanismo como actúan no es bien conocido aún, los productos más prometedores para estos propósitos son: - Albenil succínico, acetato fenil mercúrico, los cuales se usan en concentraciones muy diluídas.

d) Aplicación de materiales que cubren el follaje y evitan pérdidas de agua. Estos materiales forman una película que cubre el follaje y retarda la pérdida de agua, incluyéndose materiales tales como ceras, emulsiones, aceites, alcoholes concentrados etc... idealmente estos materiales deberían ser - baratos, no fitotóxicos, no quebradizos y transparentes.

Gavande Sampat A. (20) citado por Carranza de la Peña A. (8), señala algunos métodos para controlar la evaporación -

que a continuación se menciona:

1. El uso de Barreras Rompevientos.- Las cuales en forma indirecta aumentan la resistencia de difusión de vapor a la atmósfera, reduciendo la velocidad del viento que resulta en una reducción en la evaporación de un 10 a 30%.
2. Laboreo superficial para crear la llamada cubierta de polvo, la cual rompe la continuidad de los capilares de agua reduciendo así la velocidad con que el agua se trasmite a la superficie del suelo, lo cual puede hacer que la evaporación se reduzca bajo ciertas condiciones.
3. El mantener residuos vegetales sobre la superficie puede proveer algún control en áreas donde las tormentas se presentan en rápida susección, el sombreado y enfriamiento del suelo, - así como la reducción de la velocidad del viento inmediatamente arriba de la superficie, disminuye la evaporación por períodos cortos después de una precipitación.
4. El uso de materiales plásticos evita las pérdidas por evaporación, ya que el agua que alcanza a evaporarse bajo la superficie cubierta, -

se condensa y regresa al suelo.

Gardner (19) menciona que las cubiertas de residuos vegetales reducen las pérdidas por evaporación de la superficie del suelo; que una cubierta de cualquier clase que ésta sea, su efecto es mayor sobre el régimen térmico del suelo que sobre las pérdidas por evaporación y que su mayor efecto inhibitorio se produce en los primeros días después de la lluvia - una cubierta de gran poder reflectivo disminuye la evaporación porque aminora la radiación neta que recibe el suelo.

Cubiertas completas tales como películas plásticas impermeables o de aspersiones asfálticas reducen la evaporación en grado considerable.

Aceves E. y Fernández R. (2), en estudios que llevaron a cabo en laboratorio para probar el efecto de varias concentraciones de una mezcla de alcoholes sobre la reducción de la evaporación y la durabilidad de un efecto, encontraron que el porcentaje máximo que se redujo la evaporación fue 81% con la concentración de 90% de hexadecano, 6% de octadecanol y 4% de tetradecanol o sea el de mayor concentración.

En general dicen que el porcentaje máximo de reducción de la evaporación para todos los tratamientos fluctúa de 60 a 80%.

La duración y eficacia de las películas formadas sobre el agua con diferentes concentraciones de la mezcla es proporcional a la cantidad de alcohol aplicado por unidad de superficie, de los cambios de temperatura y de la humedad relativa y posiblemente del ataque de bacterias.

En los primeros días después de la aplicación, todas las concentraciones analizadas que formaron películas cubriendo completamente la superficie del agua, mostraron la misma eficacia para reducir la evaporación, y conforme fue pasando el tiempo, ésta varió en menor a mayor grado dependiendo de la concentración.

Russel J. C. (38), midiendo pérdidas por evaporación en suelos descubiertos y en suelos con cobertura de residuos de cosechas, concluye que éstas disminuyen las pérdidas por evaporación, principalmente en el período en que la superficie del suelo contiene mucha humedad. Se cree que esto ocurre debido al sombreado del suelo, disminución de la conducción térmica y a la formación de una barrera de difusión de vapor por la capa de aire incluída.

Lemon E. R. (31), observó el fenómeno contrario, pues aún cuando afirma que la energía absorbida por el suelo era la misma en un suelo sin cubierta y en un suelo con cobertura, después de la puesta del sol, la irradiación del suelo desprovisto de vegetación era mayor que la del suelo cubierto y la cobertura actuaba como trampa térmica.

Van Wilk W. R. y Colaboradores (46), estudiando la primera fase del desarrollo del maíz, bajo tratamiento de residuos de cosecha, encontró que hay un efecto positivo en el crecimiento de las plantas cuando hay incremento térmico de 10-30°C.

White A. W. y Colaboradores (55), por otra parte atribuyen los incrementos en rendimiento de maíz bajo tratamiento de cobertura con residuos de cosechas, al aumento de la humedad disponible y la reducción en la temperatura.

Richards S. J. (40), incluyendo cobertura de 2.5 cms. de espesor, encontró que mientras suelos sin grava tuvieron que regarse en 40 días para mantener cierto nivel de humedad, los suelos cubiertos con grava de 0.9 cms. no requirieron tal práctica.

Según Hanks R. J. y Woodriff W. P. (23), la cobertura de suelo seco puede ser más eficiente que las de paja o grava; pero el espesor de cobertura, la humedad original y la velocidad del viento, son factores determinantes.

Leal D. J. y Villarreal F. E. (14), estudiando algunas prácticas para el control de la evaporación; encontraron que la pérdida de agua como vapor fue afectada por el tipo de cobertura y por la presencia o ausencia de plantas, además que la grava y la paja disminuyeron la evaporación del agua del suelo aún más que escardar o mantener el suelo libre de -

plantas y que la pérdida de agua en suelos sin cubierta o es - cardado es más rápido que aquella de suelo con cobertura. La conservación de humedad obtenida con la cobertura de grava pue de significar un mejoramiento de los cultivos.

La cobertura de paja, aún cuando permite una conservación del agua del suelo puede afectar negativamente el desarrollo de las plantas.

Villarreal F. E. y Colaboradores (53), utilizando riego por goteo y usando cobertura de plástico para evitar la - evaporación en el cultivo de lechuga en la Comarca Lagunera, - encontraron que los tratamientos para el control de la evaporación afectaron en forma significativa los rendimientos y los - tratamientos de tensión de humedad en el suelo, que con 27 cms. de lámina total aplicando el riego cuando la tensión de hume - dad del suelo fue de 0.40 atms. y con cobertura de plástico se obtuvieron los máximos rendimientos de lechuga, los incremen - tos obtenidos con el uso de la cobertura de plástico pagan la - inversión.

Flores Lui L. F. (17), utilizando diferentes métodos de laboreo para controlar la pérdida de humedad en el suelo en el cultivo de cártamo, encontró que la utilización del rotava - tor combinado con rodadillo como tratamiento de laboreo para - evitar la pérdida de humedad, permite conservar un adecuado nivel de humedad en el suelo por un período de tiempo mayor que - los demás tratamientos.

Godoy A. C. (21), trabajando sobre lo mismo que Flores Lui, recomienda la utilización de la doble rastra y rodadillo como medio para evitar la pérdida de humedad superficial.

Carranza de la P. A. y Aguilar S. H. (6), en Calera, Zac. durante 1974 probaron diferentes materiales de cobertura de suelo (4 mt² alrededor del tronco), con el objeto de evaluar su efecto sobre el control de malezas y el control de la evaporación directa, encontraron que de 0 a 20 cms. de profundidad con el uso de plástico negro se retiene la humedad del suelo un 107% más con respecto al testigo, y la cobertura de piedra laja un 50% más que el testigo.

Carranza de la P. A. y Aguilar S. H. (7), en Calera, Zac. probaron diferentes materiales de cobertura del suelo en tres especies de frutales (duraznos Prunus persicae, pistacho Pistacia vera y vid Vitis vinifera). Los materiales que se probaron fueron polietileno negro cubierto con tierra, rastrojo de maíz cubierto con tierra, grava suelta, cartón asfaltado cubierto con tierra, y suelo desnudo libre de malezas. Encontrándose que los mejores materiales para la conservación de la humedad del suelo y desarrollo vegetativo durante el 1er. año fueron el cartón asfaltado y polietileno negro.

Carranza de la P. A. (8), encontró que el mejor material de cobertura en cuanto a conservación de humedad del suelo fue

el polietileno negro, el cual incrementa la humedad aprovechable del suelo en un 20 y 14% en estratos de 0-20 y 20-40 respectivamente comparados con el testigo.

Paul W. Unger y Jessie J. Parker (47), realizaron estudios de laboratorio con el propósito de comparar los residuos de cosechas de trigo, sorgo de grano y algodón como cobertura para evitar la evaporación en un suelo migajón-arcilloso.

Los residuos fueron aplicados a razón de 4, 8, 16 y 32 toneladas métricas/ha. en columnas de suelo dejándose una sin cobertura, encontrándose que 16 toneladas métricas de residuos de sorgo y 32 toneladas métricas de residuos de algodón fueron necesarias para evitar la evaporación en la misma proporción que 8 toneladas métricas de residuos de trigo, de lo cual concluyen que tiene mucho más efecto la finura del residuo de cosecha que la cantidad en sí.

H. J. Hass, W. A. Willis y G. H. Boatwrigth (22), utilizando diferentes tamaños de cubiertas de plástico para evaluar la pérdida de humedad, encontraron que utilizando una cubierta de plástico de 32 pulgadas de ancho de tal manera que cubra cerca del 90% de la superficie desnuda del suelo, se logra almacenar y utilizar alrededor de 1.4 pulgadas extras de agua durante el ciclo del cultivo de trigo, incrementándose la producción.

A. K. Dobrens, A. F. Cole y R. J. Joy (16), compararon

el Styrofoam, material fino con grava de 6 mm. de diámetro, perlita, arena y vermiculita. El material colocado fue de 2.5 cms. de espesor aproximadamente encontrándose que el Styrofoam redujo la evaporación alrededor del 78%, esta reducción fue significativamente mayor que la de los demás tratamientos.

Avances sobre la captación de agua de lluvia en Microcuencas.

Cosecha de Agua.- Consiste en destinar parte de una área a captar y ceder el agua de lluvia a otra área donde se ha sembrado. O en otras palabras la tradicional parcela es dividida en un área no sembrada y que cede el agua de lluvia que cae sobre ella a otra área llamada de cultivo, la cual recibe el agua directa más el agua que cayó en su área cuenca. Dentro de este método se encuentran las microcuencas, micropresas, pozos, etc. (43).

De Santiago H. A., Hernández H. V. y Villarreal F. Everardo (12), dicen que al hablar de cosecha de agua nos referimos a una preparación del terreno para manejar la precipitación pluvial.

Mencionan que en el terreno se tienen destinadas unas porciones de éste para favorecer el escurrimiento de la lluvia y otra para captar o retener el agua.

Definen que donde las porciones de terreno destinadas a área cuenca son de varios miles de mts.² y el agua se condu-

ce por canales u otro tipo de conductos hacia superficies compactas se le llama agricultura de macrocuencas.

Cuando el área de cuenca es del orden de 2 a 100 M² y ésta se localiza contigua al área de cosecha o área de cultivo se llama microcuencas.

Concluyen que las investigaciones básicas para incrementar la cosecha de agua debe dirigirse hacia aspectos tendientes a lograr el máximo escurrimiento del área de la cuenca, mediante prácticas de manejo de la vegetación, compactación de la superficie del suelo, remoción de piedras, aspersiones de asfalto; láminas de plástico, sales de sodio y creación de suelos repelentes al agua.

H. R. Gardner (19), menciona que una práctica fácil para aumentar el escurrimiento superficial es la conformación del terreno.

En área de menor o poca precipitación, la configuración del terreno se ejecuta para aumentar la filtración. Se construyen terrazas con el fin de almacenar el agua del suelo hasta que ésta puede filtrarse en vez de dejarla que se escurra.

El escurrimiento inducido, es una práctica de antiguo origen y de creciente interés a medida que la población de las regiones áridas aumenta, y consiste en la modificación de la naturaleza y de la topografía de la superficie del suelo para-

producir escurrimiento en determinada fracción de la superficie, el cual se aplica al resto de la superficie ajustando la razón del área de escurrimiento al área que lo recibe, la filtración en ésta puede ser de cualquier cantidad deseada.

Houman C.E. (26), menciona que las prácticas agrícolas antiguas en el desierto de Negev, Israel confiaban mucho en la utilización de la esorrentía superficial como humedad del suelo adicional y se construyeron conductos sobre piedras y terrazas para aumentar la velocidad del agua hacia las áreas cultivadas más bajas. Hay numerosos ejemplos de artificios agrícolas similares en las zonas áridas del viejo mundo.

En el medio ambiente natural de las zonas áridas estos sistemas de escurrimiento conducen a dos beneficios principales: Uno es la vegetación de mayor calidad que puede ser mantenida en esta área de mayor humedad del suelo, el otro es la recarga de acuíferos, importante masa de agua en reserva, libre de evaporación.

La Comisión Nacional de las Zonas Áridas (10), realizó una serie de trabajos con el fin de obtener un mejor aprovechamiento del agua de lluvia entre los cuales se pueden mencionar:

La construcción de trampas de aguas para evaluar el comportamiento de diferentes materiales empleados tanto en el área de escurrimiento como en el vaso de captación para obser-

var su eficiencia encontrando que de los tratamientos probados, el de papel aluminio es el que ha dado los mejores resultados.

Tratando de inducir escurrimiento en microcuencas con diferentes tratamientos superficiales, en Buenavista encontraron con base en la información preliminar, que los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento son: Asfalto, polietileno, emulsión catiónica y cloruro de sodio.

Respecto al contenido de humedad del suelo, los tratamientos con cubierta, resultaron ligeramente superiores.

Probando las estructuras de pico vs. curvas para concentración de la humedad en puntos definidos de escurrimiento en 1972 en el Campo Experimental de Noria de Guadalupe Zaca-tecas, no se encontraron diferencias significativas.

Comparando diversas amplitudes de banda de siembra en Microcuencas en el Campo Experimental de Noria de Guadalupe Zac. en mayo de 1973. Utilizando como tratamiento curvas a nivel de 50 m. de largo y bandas de siembra de 5, 10 y 15 mts. con un área de escurrimiento (cuenca) de 15 mts. para cada tratamiento; encontraron que la banda de 5 mts. durante 1974 fue la más eficiente, debido a que la lluvia precipitada se concentró en el bordo proporcionando así mejores condiciones a la banda de siembra.

Carranza de la P. A. y Aguilar S. H. (7), en Calera, Zac. evaluaron la posibilidad de establecer árboles frutales - aprovechando el agua de escurrimiento de la cuenca hidrológica de Morelos, Zac.

Construyeron una represa en el arroyo Morelos con el objeto de elevar el nivel de las aguas de escurrimiento, de - tal manera que permitiera derivar del mismo, el gasto necesa - rio para aplicar una lámina de agua suficiente para cargar el perfil del suelo (1 Mt.).

Una vez extraída el agua del arroyo, fue conducida hacia el área experimental, donde los árboles fueron previa - mente plantados en curvas de nivel, en donde se construyeron - bordos de 40-50 cms.

Durante el establecimiento los árboles fueron regados con el agua necesaria hasta que se presentaron los primeros es - currimientos del arroyo. Durante el primer año los mejores - tratamientos fueron: Polietileno negro, piedra laja y cartón asfaltado, desde el punto de vista de conservación de humedad - del suelo y desarrollo vegetativo.

La captación de agua de lluvia con el fin de solucionar el problema de abrevaderos, en las zonas semiáridas, es abar - cado enteramente por trabajos desarrollados por Velazco y - otros (52) en forma experimental en un predio ganadero en Múz - quiz, Coah. que cuenta con una precipitación anual de 500 mm. - y un suelo sumamente permeable.

El sistema consiste en una área impermeabilizada con lámina asfaltada con cierto pendiente para facilitar el escurrimiento hacia una fosa impereabilizada, la cual está cubierta por una película de polietileno y en esta forma evita las pérdidas por evaporación.

Paniagua G. Cesar V. (39), concluyó que la cobertura vegetativa, la cobertura de piedra y la cobertura del suelo (piedra más vegetación) estaba inversamente relacionada con el aumento de escurrimiento. También encontró que la intensidad de lluvia y el escurrimiento estaban directamente relacionados o sea que al aumentar la intensidad aumenta el escurrimiento.

Cluff C.B. y G.R. Dutt (11), probaron diferentes colectores para cosecha de aguas pluviales en la Universidad de Arizona y encontraron que se debe examinar cada sitio y utilización posible del agua para determinar cuál colector y cuál método de almacenamiento serían los idóneos.

Martínez L.M. Cepeda S.V. (34), establecieron árboles de durazno en microcuencia de 72, 96 y 120 M² por arbol en dos sitios diferentes y encontraron que con una precipitación anual de 295 y 403 mm., la eficiencia del escurrimiento, varía del 28 al 61% según el área de escurrimiento, textura del suelo, la rugocidad del mismo y la lámina total de lluvia. No encontrando diferencia en crecimiento, en diámetro del tallo de los árboles de temporal y los árboles de riego.

OBJETIVOS

De acuerdo con el planteamiento del problema, los objetivos que se pretenden alcanzar con el siguiente experimento son:

- * Evaluar la posibilidad de establecer y manejar huertos de árboles frutales con agua de lluvia captada "In Situ".
- * Obtener un material de cobertura del suelo efectiva y económica para el control de la evaporación directa.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.-

El experimento se estableció en el lugar denominado el "Bajío" localizado en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista Saltillo, Coah., México, ubicada a una altura de 1785 mts. sobre el nivel del mar y a una latitud N. $25^{\circ}25'41''$.

Caracterización climatológica de la localidad.-

La precipitación pluvial en Buenavista, según registros meteorológicos de los últimos 5 años; ha sido muy variada de un año a otro, como se puede observar en el Cuadro 1 del ápendice, teniéndose una precipitación promedio anual de 334.4 mm.

observándose que las precipitaciones mayores que fueron de 459.2 mm. y 504.4 mm. corresponden a los años de 1975 y 1978 respectivamente, concentrándose la mayor precipitación pluvial los meses de Junio a Septiembre.

Se observa en los Cuadros 2 y 3 del ápendice que la evaporación promedio anual según registro de los años 1974, 1975 y 1977, fue de 2153.4 mm. correspondiendo el 34.06% de la evaporación a los meses de Marzo, Abril y Mayo, y que la temperatura promedio mensual fue de 17.02°C.

Características del suelo.-

Con la información obtenida de los análisis físico-químicos del suelo, Cuadro 4 del ápendice, podemos caracterizar al suelo de la siguiente manera: Se trata de un suelo cuya profundidad varía de 1.5 a 2.0 mts., su textura es franco-arcilloso y franco-arcillo-arenoso para las profundidades de 20-40 y 50-70 cms. respectivamente. Su reacción es fuertemente alcalina para ambas profundidades, medianamente pobre en materia orgánica, requiere de la aplicación de fertilizante para obtener buenos rendimientos, no presenta problema de salinidad, posee un alto contenido de calcio, es un suelo medianamente permeable y medianamente rico en potasio y fósforo. Además, utilizando la olla de presión se le determinaron los valores de capacidad de campo (c.c.) y punto de marchitez permanente (PMP) a 0.3 atm., y 15 atm., obteniéndose los valores de 22.41 y 13.7% respectivamente.

Diseño Experimental.-

El experimento se desarrolló en un diseño de bloques al azar donde se probaron 3 tratamientos de cobertura del suelo y un testigo (suelo desnudo) constando cada tratamiento de 1 árbol y 2 repeticiones.

Descripción del sistema de captación de agua empleado.-

El sistema está constituido por las siguientes partes:

- 1.- Area de cuenca o escurrimiento.
- 2.- Area de captación y cultivo o de siembra.

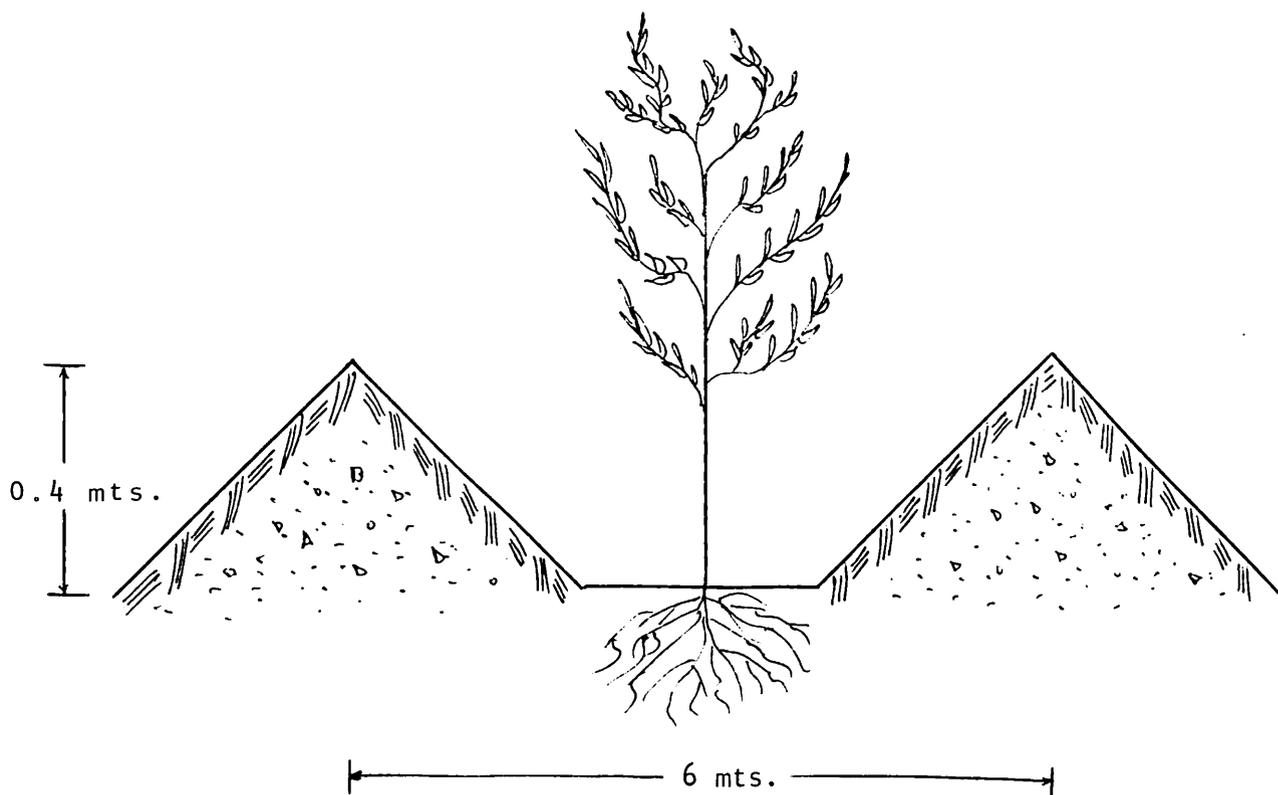
El sistema de microcuencas utilizado consiste en la formación de bordos equidistantes, con el área de cultivo en la parte baja, quedando así una microcuenca de doble talud de escurrimiento. Anteriormente en este tipo de microcuencas se evaluaron otros cultivos como sorgo, que son de menor remuneración que los frutales.

Para la construcción de los bordos se siguió el procedimiento que se describe a continuación: Se afloja el terreno con un paso de rastra, arado de subsuelo y rastra nuevamente, se marcó el terreno a las distancias a que iban a estar los bordos, efectuando el levantamiento de los taludes utilizando un tractor agrícola equipado con cuchilla, a la cual se podía variar el ángulo horizontal y vertical para facilitar el movimiento de tierra para la formación de los taludes.

En este caso los trabajos que se efectuaron fueron con el fin de reacondicionar las microcuencas entre las cuales podemos mencionar: Eliminación de las malezas del área de captación y cultivo, rectificar y compactar los taludes de las mismas para su utilización ya que éstas se encontraban abandonadas.

Las dimensiones de las microcuencas son las siguientes: Ancho de siembra, 2 mts. cada una; altura del bordo con relación a el área de siembra 40 cms.; resultando por lo tanto una pendiente para los taludes de 20%.

Figura 6. SISTEMA DE CAPTACION EMPLEADO.



Descripción de tratamientos.-

Los tratamientos de cobertura del suelo consistieron en cubrir 4 mts.² alrededor del árbol con los diferentes materiales en estudio, con el objeto de evitar las pérdidas por evaporación directa en el área de explotación del sistema radicular del árbol, los tratamientos que se estudiaron fueron los siguientes materiales de cobertura de suelo para el control de la evaporación directa:

- 1) Suelo desnudo (testigo).
- 2) Polietileno negro cubierto con tierra.
- 3) Cartón asfaltado cubierto con tierra.
- 4) Grava suelta.

Los cuales fueron colocados días después de que se efectuó la siembra de los árboles de durazno.

Polietileno negro.- Después de afinar la superficie del suelo con un rastrillo de mano, eliminando malezas y piedras, se tendió sobre el suelo una pieza de polietileno negro de 2.30 mts. por 2.30 mts. con perforaciones en cruz al azar, enterrándose 15 cms. de polietileno a cada lado para anclar la película contra el viento. Antes de efectuar la instalación del polietileno se efectuó una excavación de 5 cms. de profundidad para después proceder a su instalación. Para favorecer la penetración uniforme del agua a través de la película de polietileno, se hicieron previamente a la instalación perforacio

nes a lo largo de la película, cada 40 cms. con un clavo, colocándose después una piedra de 2 pulgadas de diámetro sobre ellas para causar una pequeña depresión y favorecer la del agua. Posteriormente se cubrió de tierra el polietileno para protegerlo del intemperismo.

Grava suelta.- Se aplicó una cubierta de 5 cms. de grava suelta sin seleccionar, es decir con partículas de diferente diámetro para lo cual anteriormente se efectuó la excavación de los 4 mts.² a una profundidad de 5 cms. alrededor del árbol.

Cartón asfaltado.- Este material es cartón de deshecho, rociado con una mezcla de asfalto y diesel, la cual actúa como preservativo contra la acción de la humedad, sobre el cartón. Después de aplicado el cartón asfaltado sobre la superficie de la tierra previamente preparada se cubrió con tierra.

Suelo desnudo.- Se limpió la superficie, se afinó y se procuró mantenerla libre de malezas durante el desarrollo del experimento.

Control de la humedad del suelo.-

Para la medición de la humedad del suelo se utilizó un contador portátil y bloques de resistencia para lo cual se instalaron los bloques de resistencia a una profundidad de 30-

y 60 cms. en el perfil del suelo. Los muestreos de humedad se llevaron a cabo cada tercer día en todos los tratamientos y repeticiones.

Para la determinación de la curva de calibración de los bloques de resistencia se tomaron muestras de suelo de los estratos correspondientes a la profundidad a la cual fueron colocados los bloques de resistencia en el experimento y se efectuó la determinación en el Laboratorio, donde se colocaron en macetas de nieve seca en las cuales se colocaron los bloques a la mitad y al centro de maceta, a la cual previamente se había determinado su peso y marcado, así como a los bloques de resistencia y el peso de la tierra seca al sol.

Una vez efectuadas estas operaciones se procedió a la saturación de los suelos. Posteriormente se procedió a efectuar la lectura de resistencia eléctrica con el contador a cada maceta de acuerdo a la profundidad correspondiente y repetición.

Se efectuaba el pesado de las macetas conforme se tomaba la lectura y por diferencia de peso se obtenía el contenido de humedad del suelo, lo cual se efectuaba dos veces diariamente (mañana y tarde), después de saturación los primeros días y posteriormente 3 veces al día conforme se observaba la variación de lectura.

Posteriormente con los datos de porcentaje de humedad

y la lectura efectuada con el contador, se procedió a graficar los datos para cada profundidad, obteniéndose las curvas de calibración que se presentan en las figuras 7 y 8. Una vez que se efectuaban las lecturas en el campo se entraba a estas curvas y se determinaba el porcentaje de humedad.

Para la obtención de las curvas de calibración para cada una de las profundidades con los datos obtenidos en el Laboratorio se procedió a ajustarles una curva exponencial, obteniéndose así la ecuación correspondiente a cada profundidad. - La curva exponencial básica se describe como: $Y=ae^{kx}$ donde a es una constante y k una tasa de crecimiento; la constante a - es un parámetro de posición que indica el valor de Y cuando x vale 0. Dentro de las características de esta curva tenemos - que crece sin límite, cuando k es negativo esta curva tiene como límite interior el 0 y se aproxima a él al incrementar x .

Para linealizar esta clase de curva se hace la siguiente transformación: $\ln y = \ln c + kx$, usando una regresión de $\ln y$ en x se obtiene $\ln \hat{c}$ y \hat{k} . Para graficar la curva ajustada se debe retornar a la escala original y para esto hacer $\hat{c} = e^{\ln \hat{c}}$ este valor se sustituye en la expresión: - $y = \hat{c} e^{\hat{k}x}$ y se procede a graficar.

Figura 7. CURVA DE CALIBRACION DE LOS BLOQUES DE RESISTENCIA PARA LA PROFUNDIDAD DE SUELO DE 30 cms.

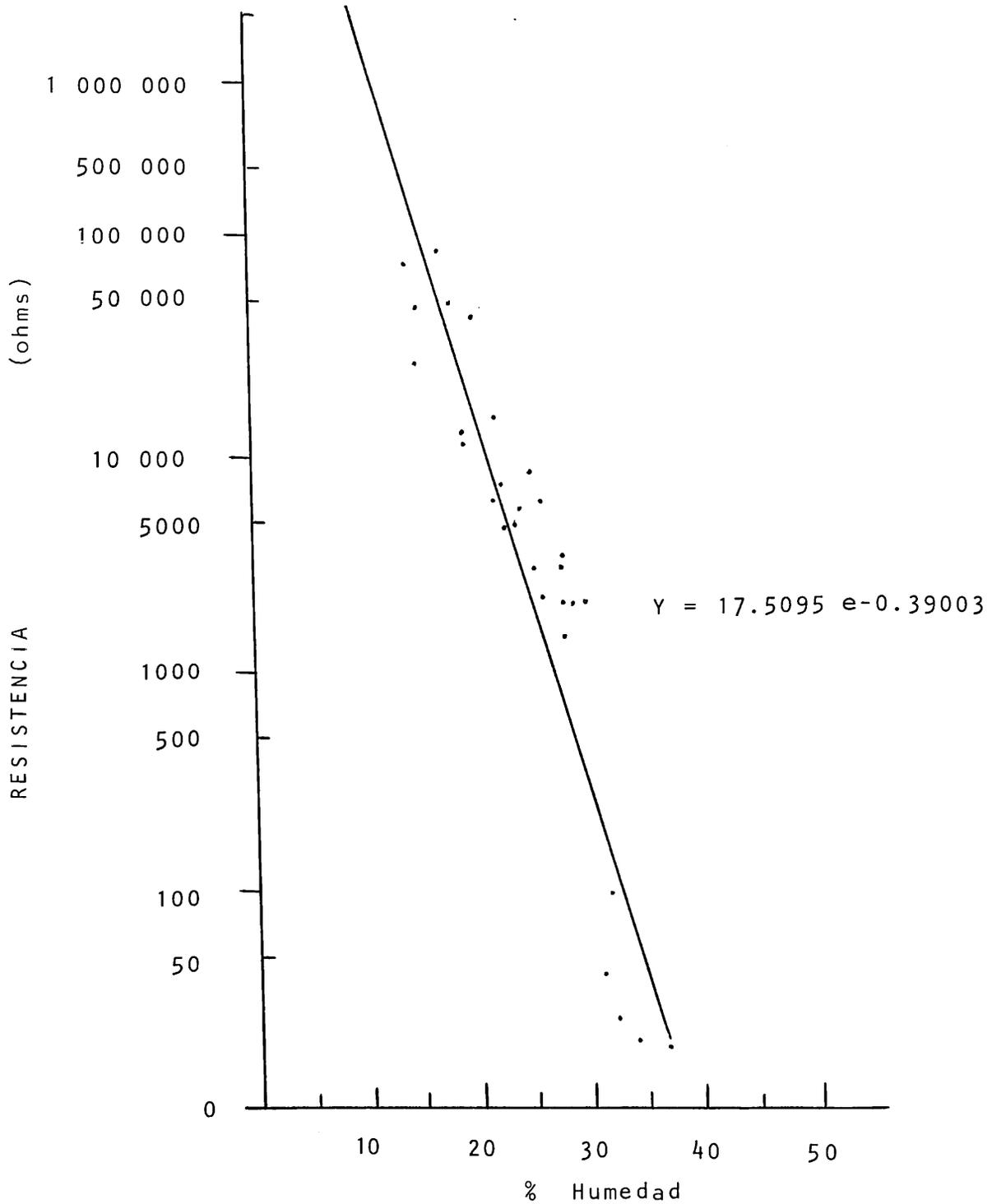
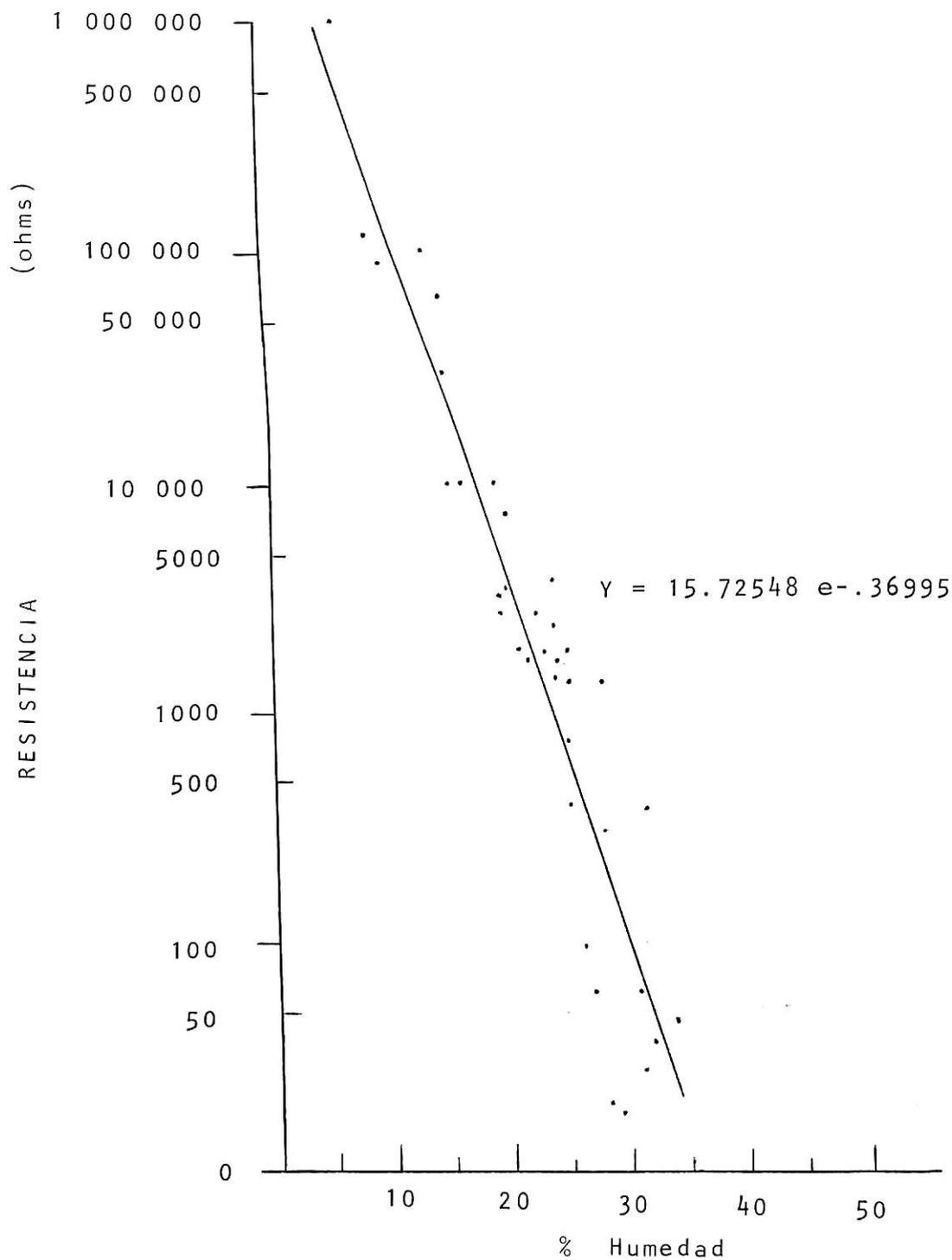


Figura 8. CURVA DE CALIBRACION DE LOS BLOQUES DE RESISTENCIA PARA LA PROFUNDIDAD DE SUELO DE 60 cms.



RESULTADOS Y DISCUSION

Observaciones

El establecimiento de los árboles de durazno se efectuó el 13 de abril de 1977 no siendo necesario aplicar riego, ya que al día siguiente se tuvo una precipitación pluvial de 17 mm., obteniéndose con esto que las microcuencas concentraran gran cantidad de agua en la zona de raíces de los árboles, además de las siguientes precipitaciones que se presentaron en ese mes y los posteriores.

Cabe mencionar que en este mismo año y después de su establecimiento se presentaron algunas granizadas que según se observó afectaron muy poco a los árboles.

La precipitación pluvial durante el año de 1978 fue de 504.4 mm., que durante la evaluación estuvo distribuída de la siguiente manera:

Mes =====	p.p. mm. =====
Mayo	16.3
Junio	34.7
Julio	162.4
Agosto	93.7
Sept.	118.4
Octubre	63.2

Siendo la temperatura promedio mensual de 17.1°C.

Efecto de los materiales de cobertura sobre el contenido de humedad del suelo.

Se realizaron muestreos de humedad del suelo cada tercer día a 2 profundidades: 20-40 y 50-70 cms. dentro del área de captación.

Expresando los resultados de los muestreos por medio de los bloques de resistencia en términos de porciento de humedad agrupados en forma semanal, Cuadro 5 del ápendice.

Los análisis de varianza efectuados en diferentes fechas de muestreo de la humedad del suelo durante el período en que se desarrollo el presente trabajo, hubo casos en que no se detectó diferencia significativa y casos en que sí se tuvo diferencia significativa entre tratamiento, lo cual nos confirma que uno de los materiales de cobertura más efectivo para reducir la evaporación y además incrementar el almacenamiento en la zona de raíces, es el polietileno. Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 5 del ápendice, todos los materiales de cobertura de suelo mantuvieron contenido de humedad más alto que el testigo.

El cartón asfaltado mantuvo un contenido de humedad ligeramente menor al polietileno, mientras que la grava superó al suelo desnudo (testigo), lo cual se puede observar más claramente en las primeras semanas de muestreo que las posteriores, debido a las precipitaciones que se tuvieron y no tener -

un período de sequía prolongado como al inicio.

El testigo por su parte, mantuvo en las primeras semanas de muestreo un bajo contenido de humedad, pero a partir de la novena semana de muestreo; el contenido de humedad fue bastante aceptable para las profundidades de 20-40 y 50-70 cms., considerando que se trata de agricultura de temporal, lo cual quiere decir que con solo mejorar el manejo del suelo, se podría aprovechar más eficientemente el agua de lluvia e incremental el almacenamiento de agua en la zona de raíces.

Las figuras 9 y 10 muestran gráficamente los valores medios semanales del contenido humedad en las capas de 20-40 y 50-70 cms. bajo las diferentes condiciones de cobertura del suelo.

En dichas figuras se aprecia que la humedad aprovechable en los diferentes materiales de cobertura de suelo fue bueno, lo cual se puede considerar muy adecuado para condiciones de temporal.

En forma general, podemos decir, que el contenido de humedad del suelo para la profundidad de 20-40 cms. fue superior a la de 50-70 cms. bajo los diferentes materiales de cobertura de suelo, lo cual probablemente sea debido a que en la profundidad de 50-70 cms. se encontraban la mayor parte de raíces de los árboles y la pérdida de humedad se efectuó a través de los mismos y que al cubrir el suelo se disminuye la velocidad de secado.

Figura 9. PROMEDIOS SEMANALES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS TRATAMIENTOS DE SUELO DESNUDO Y GRAVA

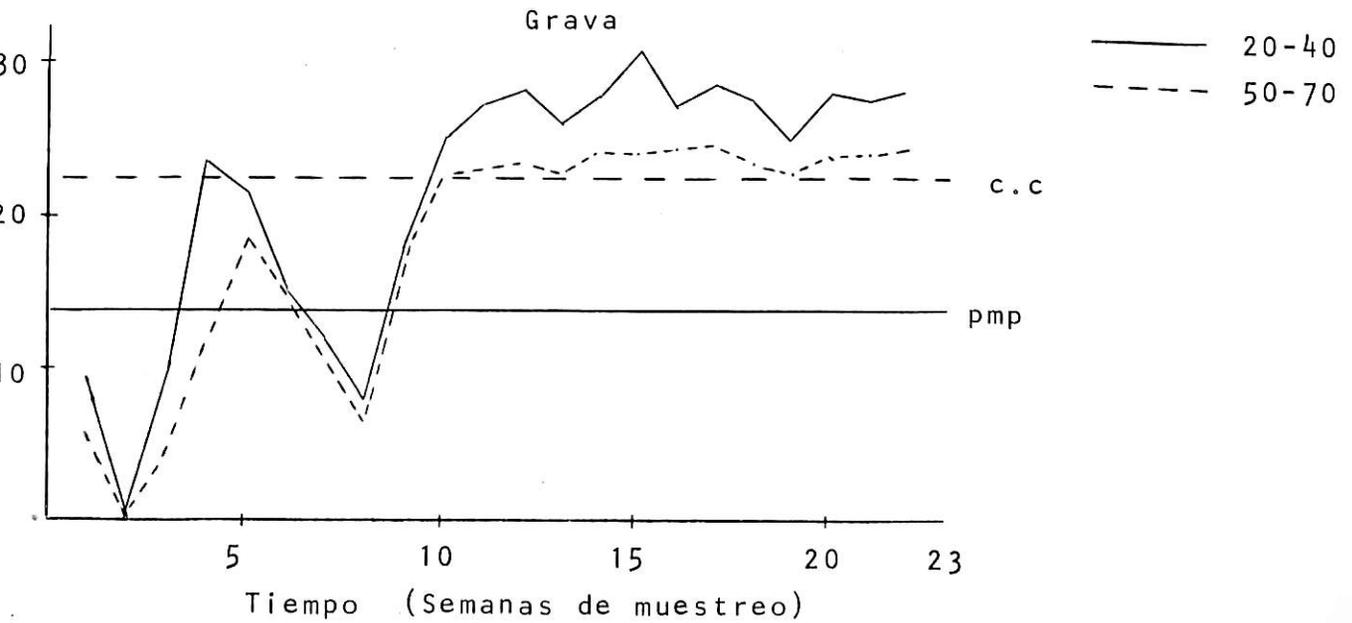
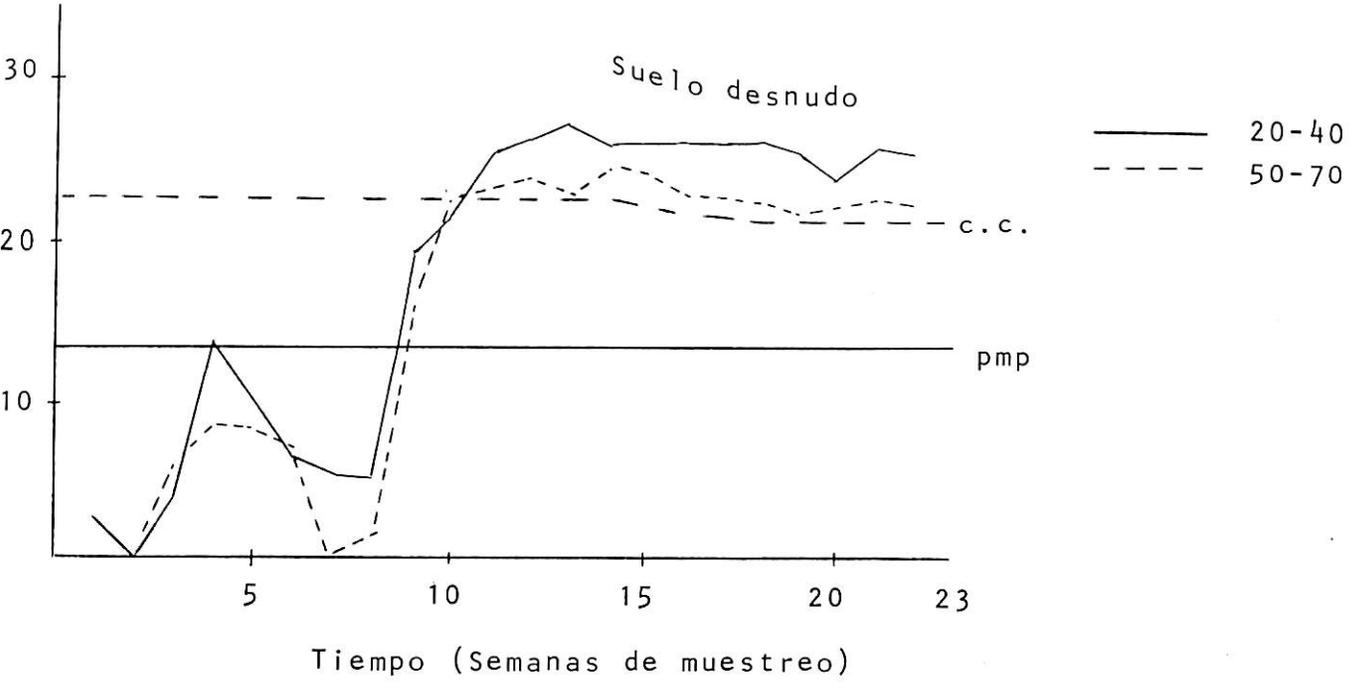
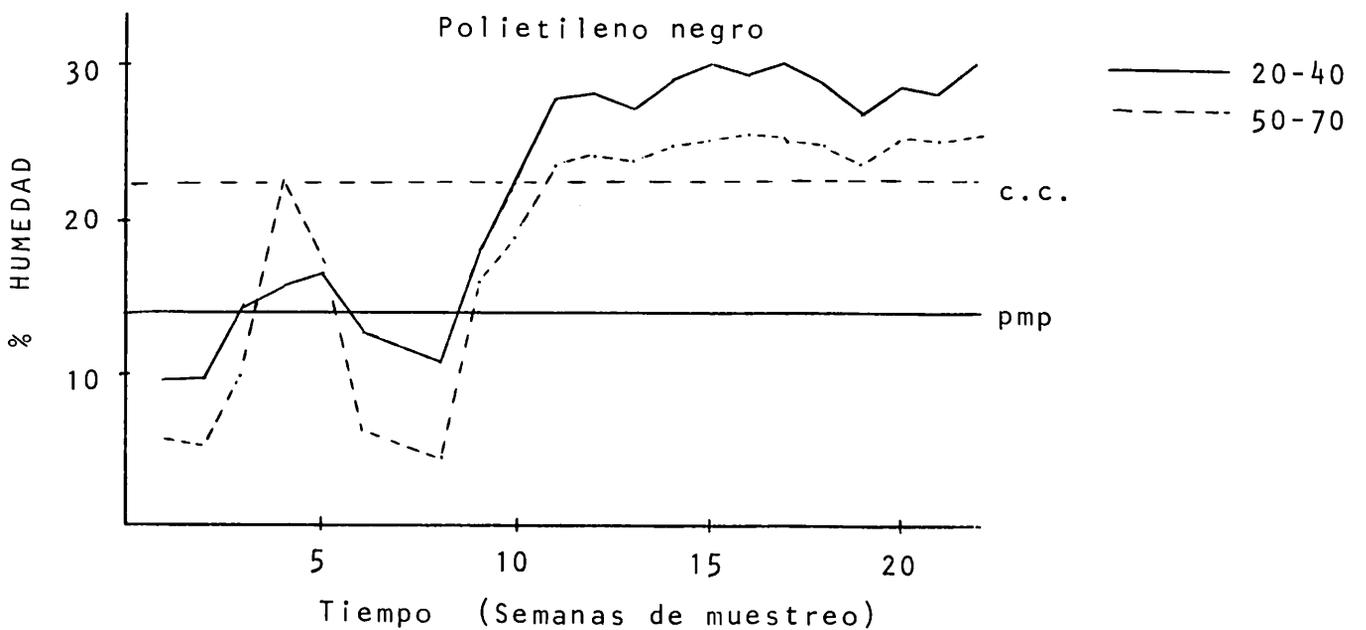
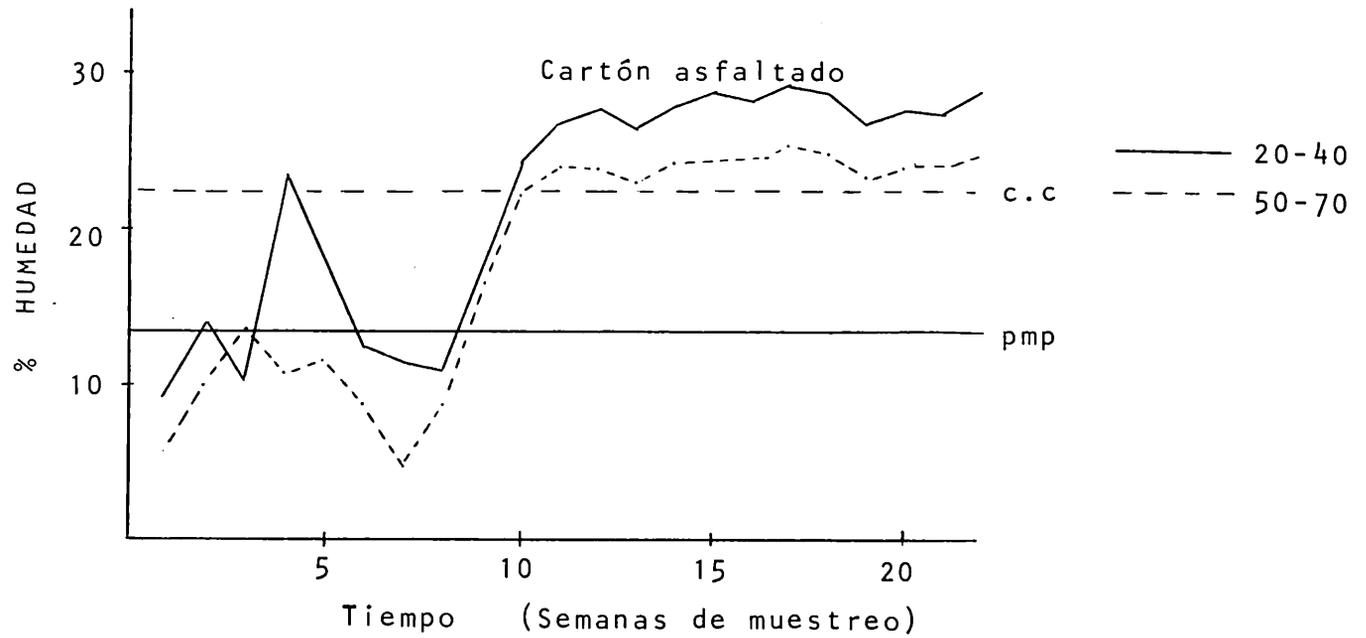


Figura 10. PROMEDIOS SEMANALES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS TRATAMIENTOS DE CARTON ASFALTADO Y POLIETILENO NEGRO.



En la figura 11 se muestra gráficamente la precipitación pluvial mensual que se presentó durante el período en que se efectuaron los muestreos de humedad del suelo.

Efecto de los materiales de cobertura del suelo sobre el crecimiento del cultivo.

Los árboles que se establecieron al inicio de este estudio presentaron condiciones de desarrollo vegetativo (altura y diámetro) muy similar.

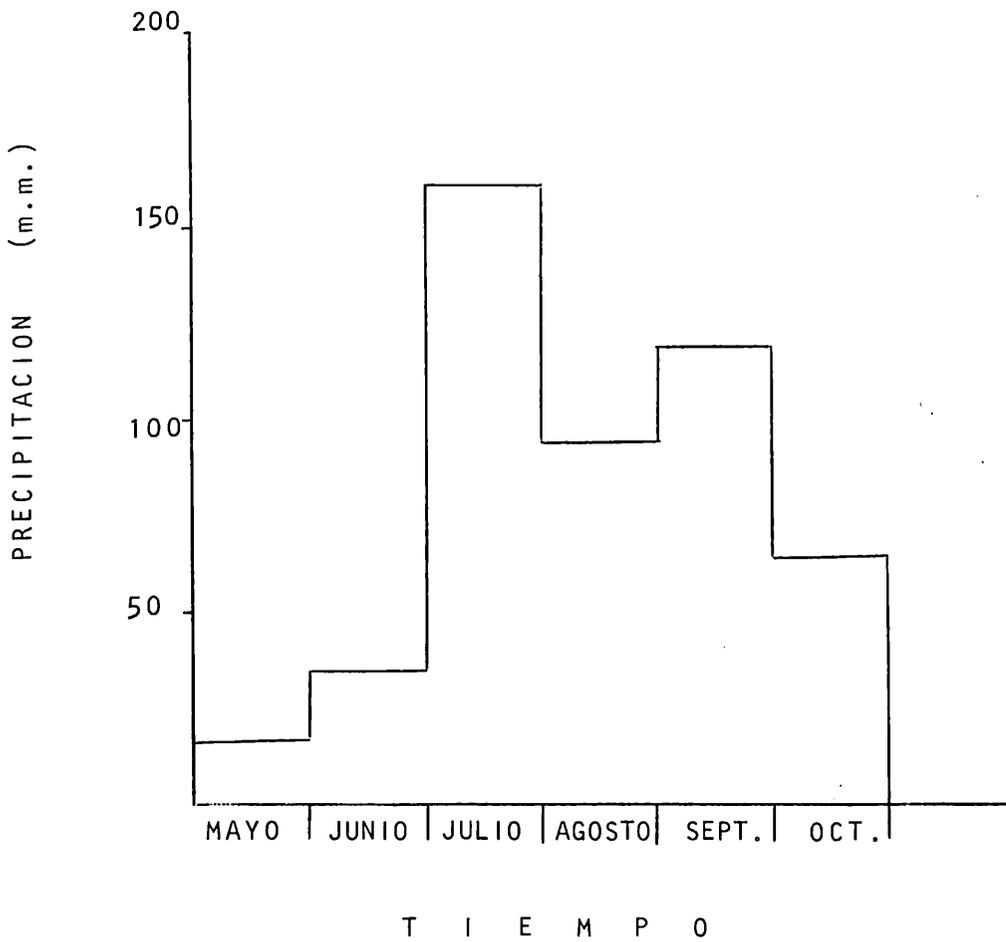
El año de 1977 en que fueron establecidos los árboles no se efectuó toma de datos, de altura y diámetro ni muestreos de humedad del suelo en los diferentes tratamientos, sin embargo los árboles que estuvieron bajo los materiales de cobertura del suelo presentaron mayor desarrollo en altura y diámetro que el suelo desnudo (testigo).

A inicios de 1978 cuando se tomaron los datos de altura y diámetro de árbol bajo los diferentes materiales de cobertura del suelo se verificó lo anteriormente mencionado, destacando los árboles bajo polietileno negro, cartón asfaltado y grava, teniendo finalmente a los del testigo.

Posteriormente la medición de altura y diámetro a partir del 27 de junio de 1978 se efectuó cada tercer día.

Los análisis de varianza que se efectuaron en diferentes

Figura 11. PRECIPITACION MENSUAL DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.



fechas en que se tomaron altura y diámetro no se detectó diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, en las figuras 12 y 13 se muestran gráficamente los incrementos en altura y diámetro del 27 de junio al 15 de octubre de 1978, se puede observar que los árboles bajo los tratamientos de cobertura de suelo siguieron manteniendo un mejor desarrollo que el testigo.

Figura 12. CURVA DE CRECIMIENTO EN ALTURA DE LOS ARBOLES BAJO LOS DIFERENTES MATERIALES DE COBERTURA DEL SUELO

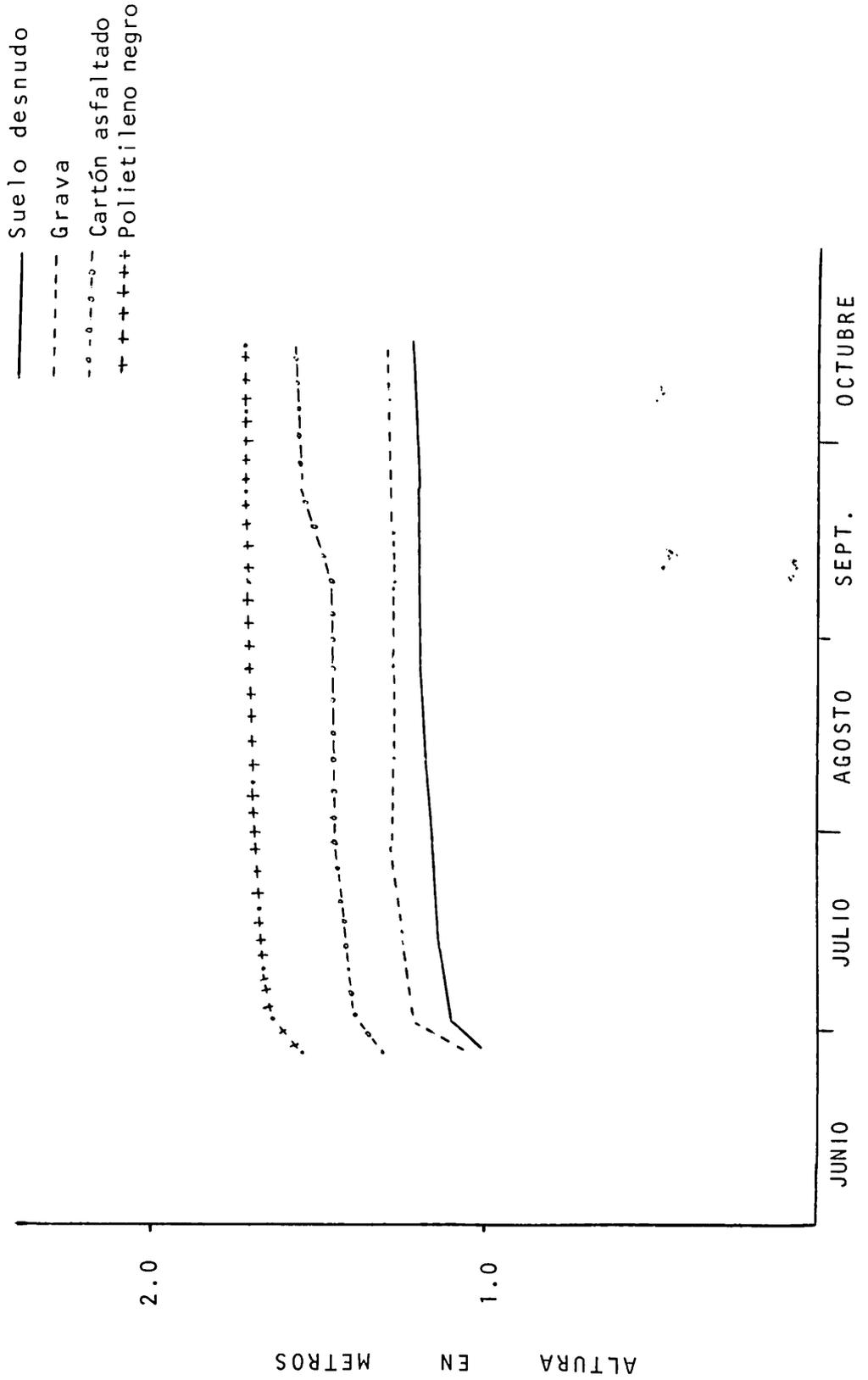
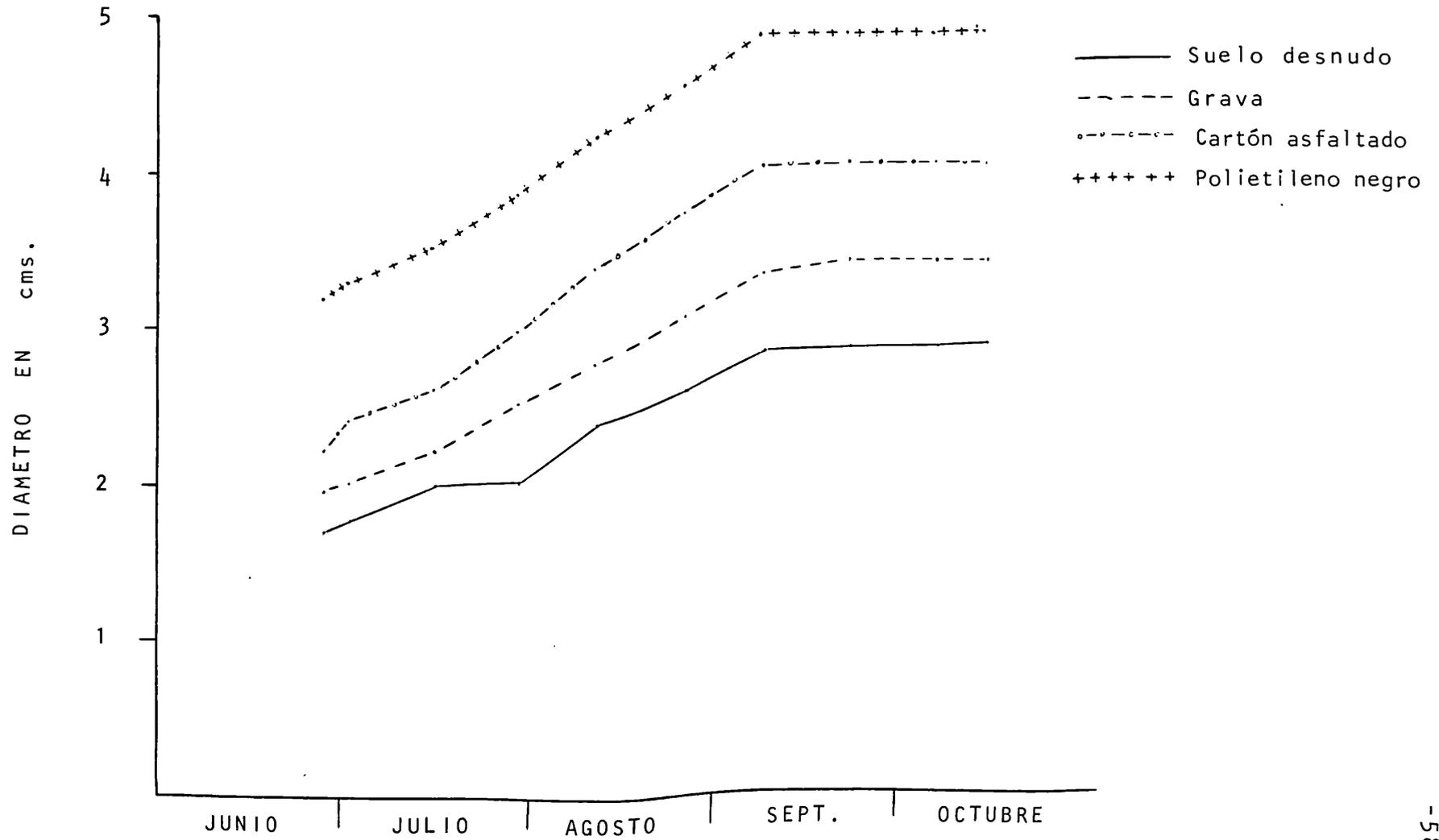


Figura 13. CURVA DE CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE LOS ARBOLES BAJO
 LOS DIFERENTES MATERIALES DE COBERTURA DEL SUELO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme como se desarrolló el presente experimento se pueden dar las siguientes conclusiones:

- * En la región de Buenavista Saltillo, Coah. - es posible establecer y hacer producir huertas de árboles de durazno con agua de lluvia captada "In Situ" bajo condiciones de temporal.
- * Los árboles bajo los tres materiales de cobertura de suelo, presentaron un mejor desarrollo en altura y diámetro que el testigo.
- * Los muestreos de humedad nos indican que el agua de lluvia captada, fue suficiente para satisfacer los requerimientos de las plantas.
- * El mejor material de cobertura en cuanto a conservación de humedad del suelo fue el polietileno negro, el cual incrementó la humedad aprovechable del suelo comparado con el testigo.
- * Una vez más, en este trabajo se ha comprobado que la utilización de materiales de cobertura de suelo pueden conservar la humedad del suelo un período mayor.

RECOMENDACIONES

- * Se sugiere repetir este tipo de trabajo para estudiar con más detalle el efecto de los ma

teriales de cobertura sobre las condiciones -
microclimáticas.

- * Se recomienda para próximos estudios, incluir como dato a tomar la temperatura debajo de -
los diferentes materiales de cobertura del -
suelo que se utilicen.

- * Se sugiere probar otros materiales de cober -
tura de suelo tales como aserrín, piedra laja
y otros residuos vegetales más económicos.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Abu-Khaled, A., Hagan R. M. and Devenport D. C. 1970. -
Effects of Kaikubute as a reflective anti -
transpirant, on leaf temperature, transpira -
tion, photosynthesis, and Water use efficien -
cy Water resour. Rev. pp. 6, 26.
- 2.- Aceves Everardo y Fernández R. 1973. Metodología para el
Estudio de Reductores de Evaporación, Tomo II.
III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
- 3.- Bayer L. D. W.H. Gardner y W.R. Gardner 1973. Física de
suelos Unión Tipográfica El Hispano Americano
Cap. 12 pp. 438-442.
- 4.- Blazquez García F. Apuntes de Uso y Conservación del -
Agua U.A.A. "A.N." Saltillo, Coah. pp. 6-14.
- 5.- Baltvinik 1975. Economía Campesina e Investigación Agrí -
cola Comercio Exterior (México) pp. 25,525-532
- 6.- Carranza de la Peña A. y Aguilar S. H. 1974. Evaluación
del Combate de Malezas y el Control de la Eva -
poración Directa en Manzana con el Empleo de -
diferentes Materiales de Cobertura del Suelo.
Informe de Actividades 1973-1974. Campo Agrí -
cola Exptal. de Calera, Zac. CIANE-INIA-SAG.

- 7.- Carranza de la Peña A. y Aguilar S. H. 1975. Establecimiento y Manejo de Pistacho, y Vid con agua de escurrimiento de la Cuenca Hidrológica de Morelos, Zac. bajo diferentes materiales de cobertura del suelo. Informe de Actividades 1975-1976. Campo Agrícola Experimental de Calera, Zac. CIANE-INIA-SAG.
- 8.- Carranza de la Peña A. 1973. Aplicación de tres materiales de cobertura para captación y conservación "IN SITU" del agua de lluvia en los cultivos forrajeros de maíz y girasol (tesis) E. N.A. Colegio de Postgraduados Chapingo, Mex.
- 9.- Centro Nacional de Investigaciones para el Desarrollo de las Zonas Aridas. Boletín Técnico Junio 1974.
- 10.- Centro Nacional de Investigaciones para el Desarrollo de Zonas Aridas. Informe Anual 1974. E.S.A. "A.N." Buenavista Saltillo, Coah., México. pp. 15-19, 77-84, 107-110.
- 11.- Cluff C.B. y G.R. Dutt 1973. Sistemas Económicos de cosecha de agua para aumentar su abastecimiento en tierras áridas. Universidad de Arizona, Tucson Arizona pp. 1-21.
- 12.- De Santiago H. Alejandro, H. Hernández V. y Villarreal F. Everardo. Efecto de la fertilización en el -

rendimiento de forraje y grano de dos variedades y mezcla de avena bajo sistemas de siembra en amelgas y en corrugaciones en Calera, Zac. Informe de Investigación Agrícola, Ciclo 1971, Campo Agrícola Experimental de Calera, Zac. CIANE-INIA-SAG.

- 13.- Díaz Cisneros H. 1974. An Institutional Analysis of a Rural Development Project. The case of the Pueblo project in México. PhD. Thesis Madison, University of Wisconsin.
- 14.- Díaz J. Leal y F. Everardo Villarreal 1973. Pérdida de agua del suelo en forma de vapor y evaluación de algunas prácticas para su control. Memorias del C.N.C.S. Tomo II.
- 15.- Dirección General de Estadística 1972. V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970. Encuesta especial sobre rendimientos y precios medios, México, D. F. Secretaría de Industria y Comercio.
- 16.- Dobrenz A.K. Cole A.F. and R.J. Joy 1968. Comparison of Materials for Reducing evaporation of Soil Moisture in Water efficiency Studies. Agronomy Journal. Vol. 60 pp. 446.
- 17.- Flores Lui L. Fernando 1975. Métodos de Laboreo para controlar la pérdida de humedad en el suelo en

el cultivo del cártamo. Informe de Investigación. 1976 CIANE-INIA-SAG.

- 18.- Gale J. and Hagan R.M. 1966. Plant Antitranspirants. Annual Revi Plant Physiology pp. 17-269.
- 19.- Gardner W.H., Baver L.D. y Gandner W.R. Física de Suelos El Hispano Americano. pp. 438-442.
- 20.- Gavande Sampat A. Física de Suelos Principios y Aplicaciones Ed. Limusa Willey S.A. México 1972. pp. 351, 179-197, 257-277.
- 21.- Godoy Avila Claudio. 1978. Métodos de Laboreo para controlar la pérdida de humedad en el suelo, en el cultivo del cártamo. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. en Irrigación U.A.A. - "A.N." pp. 1-33.
- 22.- Haas H.J. W.A. Willis, and G.H. Boatweight 1966. Moisture Storage and Spring Wheat yields on Level. Bench terraces as influenced by contributing area cover and evaporation control. Agronomy Journal Vol. 50 pp. 297-299.
- 23.- Hanks, R.J. and W.P. Woodrieff 1958. Influence of Wind on Water Vapor transfer through soil, gravel and strow mulches. Soil Science pp. 86:160-164.

- 24.- Haide J.C. 1954. Observation on factors influencing the evaporation of Soil Moisture. Soil Science Society Proceedings pp. 234-238.
- 25.- Hillebae, H.D. Herrean E. 1976. Manual de Tratamiento de aguas negras. Depto. de Sanidad del Edo. de Nueva York Albany. Ed. Limusa México pp. 53 - 55.
- 26.- Houman C.E. 1977. Hidrología de Sequías U.A.A. "A.N." - Saltillo, Coah. México pp. 68-76, 87-95.
- 27.- Israelsen O.W. and Vaughn E. Hansen 1965. Principios y Aplicaciones del Riego 2a. Edición Ed. Reveté S.A. pp. 9-15, 166-179.
- 28.- Jiménez Sánchez L. 1976. Primera plana el C.P. Chapingo México. Colegio de Postgraduados Organo Infor mativo Semanal No. 156.
- 29.- Koslowski T.T. 1972. Water Deficits and Plant growth Vo lume III pp. 277-302.
- 30.- Lange D.L. 1963. Transpiration and leaf temperature annual Rec. Plant Physiology pp. 19-211.
- 31.- Lemon E.R. 1956. The potentiatities for decreasing soil - moisture evaporation loss. Soil Science Socie ty of American Proc. 20, 120-125.

- 32.- Linsley Ray K. and Joseph B. Franzini 1975. Ingeniería -
de los Recursos Hidráulicos 6a. Impresión ED.
C.E.C.S.A. pp. 23-100 Cap. 2'.
- 33.- Linsley Ray K. Max A. Kohler and Joseph L.H. 1972. Hidro-
logía para Ingenieros 2a. Edición Ed. Mc.Graw
Hill Latinoamericana S. A. México Cap. 8 pp.
166-179, 211-235.
- 34.- Martínez M.L. y Cepeda V.S. 1970. Aprovechamiento de -
aguas de escurrimiento y producción de cose-
chas en suelo de laderas aluviales de zonas -
áridas del Mpio. de Saltillo. Boletín Técnico
de la E.S.A. "A.N." Universidad de Coah.
- 35.- Martínez L.M. y Maldonado Lorenzo J. Importancia de las -
Zonas Aridas en el Desarrollo General del -
País. Boletín Técnico Depto. de Divulgación y
Promoción P.R.O.N.A.S.E. SAG. Progreso 3, Co-
yoacán, México 21, D. F.
- 36.- Muñoz Castro S. 1978. Apuntes de Relación Agua Suelo -
Planta Cap. II pp. 1,2,5-10, 13-17. U.A.A. -
"A.N." Saltillo, Coah.
- 37.- Muñoz Castro S. 1978. Apuntes de Hidrología Colegio de -
Postgraduados U.A.A. "A.N." Saltillo, Coah.

- 38.- Ojeda Ortega D. 1965. Estudio de Humedad en los Suelos de la Comarca Lagunera por el Método de la Resistencia Eléctrica de Bouyouos y Miek y su aplicación al Control del Riego. Memoria 1er. - C.N.C.S. Julio 1963.
- 39.- Paniagua G. Cesar V. 1969. Algunos aspectos de la Influencia de la Cobertura del Suelo sobre el escurrimiento dentro de pequeñas cuencas tesis - E.S.A. "A.N.".
- 40.- Richards S.J. 1965. Porous block mulch for ornamental planting, California Agriculture. Vol. 19 pp. 12,14.
- 41.- Russel J.C. 1939. The effect of surface cover on soil moisture losses by evaporation soil science soc. Proced. 20 pp. 120-125.
- 42.- Russel Scott R. and Baver D.A. 1960. The relationship between salt uptake and the absorption of water by intact plants'. Annual Rev. Plant Physiology pp. 11,127.
- 43.- Sánchez Saucedo C.H. Apuntes de Meteorología Facultad de Agronomía U.A.N.L. Monterrey, N. L. pp.33,48-51, 68-72, 85-98.

- 44.- Seginer I. 1969. The effect of Albedo on the Evapotranspiration Rate. Agronomy Meteorol. pp. 6, 5'.
- 45.- Springail G.R. 1970. Hidrología 1era. Parte D.7 Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 35-84, - 161-175.
- 46.- Thompson L. M. Fertilidad de Suelos Ed.
- 47.- Unger P.W. and B.H. Stewart 1974. Feedlot Waste Effects - on soil Conditions and Water Evaporation Soil Science Society of American Proceedings Vol.- 38 No. 6 pp. 954-957.
- 48.- Unger P.W. and Jessie J. Parker 1976. Evaporation Reduction from Soil with Wheat, Sorghum, and Cotton Residues. Soil Society of America Journal Vol. 40 No. e pp. 807-998.
- 49.- Van Wilk, W.R. W.E. Larson and W.C. Burronsows 1959. Soil temperature and the early growth of corn form mulched and unmulched Soil Science Amer.Proc. pp. 23 428-434.
- 50.- Vázquez R.E. 1974. Antitransparentes y sus Efectos. pp. - 1-13.
- 51.- Velázco M. H.A. y Aguirre L. Oscar 1972. Una estimación del costo de captar y almacenar agua de llu -

via en regiones desérticas y semidesérticas - del norte de México. Boletín Informativo Agronómico I.T.E.S.M. No. 145 pp. 74-79.

- 52.- Velázco M. H.A., Huss D. y Aguirre L. O. 1971. Sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia en regiones áridas y semiáridas. Boletín Informativo Agronómico I.T.E.S.M. No. 140 pp. 43.
- 53.- Villarreal Everardo, Villegas B.M. y Moreno D.R. 1971. Eficiencia en el aprovechamiento del agua en el cultivo de lechuga bajo tratamientos y control de evaporación en la Comarca Lagunera. - Informe Anual 1970-1971 CIANE-INIA-SAG.
- 54.- Volke Haller Victor 1977. Generación de tecnología para agricultura de temporal y subsistencia: El caso del maíz en la región del Plan Puebla. - Tesis Doctor Ciencia. Escuela Nacional de Agricultura Colegio de Postgraduados Chapingo México.
- 55.- White A.W.J.E. Giddens y H.A. Morris 1959. The effect of Sawdust on Crop growth and physical and biological properties of Cesil soil. Soil Science Society America Proc. 23: 365-368.

A P E N D I C E

CUADRO 1. PRECIPITACION PLUVIAL REGISTRADA LOS ULTIMOS
5 AÑOS EN BUENVAISTA SALTILLO, COAH.

AÑO MES	1974	1975	1976	1977	1978	Σ	\bar{X}
Enero	9.00	5.7		26.70	4.3	45.70	9.14
Febrero	9.00	4.6		17.0	3.8	34.4	6.88
Marzo	11.00		1.3	16.0		28.30	5.66
Abril	9.20		24.8	60.7		97.7	18.94
Mayo	25.0	19.1	53.1	33.7	16.3	147.2	29.44
Junio	40.5	59.4	61.0	30.6	34.7	226.2	45.24
Julio	52.0	157.7	241.2	21.5	162.4	634.8	126.96
Agosto	45.5	135.3	115.6	36.7	93.7	426.8	85.36
Sept.	14.0	26.0	77.0	43.2	118.4	279.1	55.82
Octubre	29.6	21.7	39.7		63.2	154.2	30.84
Nov.	19.6		103.1	1.5	1.6	125.8	25.16
Dic.		29.2	39.6		6.0	74.8	14.96
Σ	264.4	459.2	156.4	287.6	504.4	167.2	334.4
\bar{X}	22.033	38.266	13.033	23.96	42.03		

CUADRO 2. EVALUACION REGISTRADA LOS ULTIMOS AÑOS.

A Ñ O M E S	1974 Evapor. mm	1975	1977	Σ	\bar{X}
Enero	201.9	182.2	121.7	505.8	168.6
Febrero	172.9	217.7	100.30	490.9	163.63
Marzo	149.6	334.1	250.2	733.9	244.64
Abril	295.5	342.7	134.8	773.0	257.66
Mayo	223.6	285.4	184.5	693.5	231.16
Junio	162.5	235.9	156.4	554.8	184.93
Julio	170.2	171.7	158.6	500.5	166.83
Agosto	143.1	134.9	158.82	436.82	145.60
Septiembre	138.1	186.4	126.73	451.23	150.41
Octubre	177.6	173.7	109.34	460.64	153.54
Noviembre	146.3	183.9	130.40	460.60	153.53
Diciembre	163.9	119.7	115.0	398.60	132.86
Σ	2145.2	2568.3	1746.7	6460.2	2153.4
\bar{X}	178.76	214.02	145.55		

A Ñ O M E S	1974 Temp. °C	1975	1976	1977	1978	Σ	\bar{X}
Enero	14.9	12.4	12.2	10	11.7	61.2	12.24
Febrero	12.5	14.1	11.6	14	11.3	63.5	12.7
Marzo	18.4	18.4	15.5	17.3	16.0	85.6	17.12
Abril	18.2	21.1	15.6	18.3	20.4	93.6	18.72
Mayo	20.3	21.6	21.3	18.9	20.7	102.8	20.56
Junio	21.1	21.8	19.9	20.4	21.8	107.0	21.4
Julio	20.6	19.6	20.7	19.3	21.8	102.0	20.4
Agosto	20.0	19.7	17.9	19.0	20.1	96.7	19.34
Sept.	18.3	16.8	20.6	19.0	19.0	93.7	18.74
Octubre	15.7	16.8	19.1	15.30	15.4	82.3	16.46
Nov.	14.1	14.8	15.5	9.9	16.0	70.3	14.06
Dic.	13.0	12.1	14.6	10.5	12.0	62.2	12.44
Σ	207.1	209.2	204.5	191.9	206.2	1018.9	204.18
\bar{X}	17.3	17.4	17.0	16	17.1		17.015

CUADRO 4. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.

Profundidad cms.	20-40	50-70
Materia orgánica %	0.62	0.51
Fósforo (Olsen) ppm	18.51	15.36
Potasio (Peech) Kg/ha.	340.35	266.12
Calcio (Peech) Kg/ha.	18235.29	18695.59
Magnesio (Peech) Kg/ha.	708.82	673.53
Reacción (2:1) PH	8.42	8.46
Cond. Eléctrica Mmhos.	0.62	0.72
Ca + Mg Meq/lit.	9.09	9.95
Na Meq/lit.	2.14	2.24
P.S.I.	1.02	0.53
CaCO ₃ %	23.47	21.71
Arcilla %	32.40	29.03
Arena %	40.97	43.96
Limo %	25.46	25.83

CUADRO 5. VALORES SEMANALES DE LA PRECIPITACION PLUVIAL Y DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO BAJO DIFERENTES COBERTURAS EXPRESADO EN %. A LA PROFUNDIDAD DE 30 Y 60 cms.

MES	SEMANA	POLIETILENO		CARTON ASFALTADO		G R A V A		SUELO DESNUDO (Testigo)		P. P. (m.m.)
		20-40	50-70 cms.	20-40	50-70 cms.	20-40	50-70 cms.	20-40	50-70 cms	
MAYO	1	9.47	5.77	9.47	5.77	9.47	5.77	2.58	0.0	0.7
	2	9.47	5.16	14.17	10.12	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
	3	14.17	9.51	10.12	13.60	9.56	4.78	3.52	6.07	5.9
JUNIO	4	15.37	22.60	23.56	10.76	23.83	12.21	14.21	8.80	22.8
	5	16.33	17.33	19.48	11.54	21.54	18.61	10.11	8.31	0.0
	6	12.56	6.42	12.42	8.91	15.05	14.58	6.41	7.15	6.4
JULIO	7	11.56	5.42	11.40	4.67	12.12	10.65	5.48	0.0	5.3
	8	10.56	4.42	10.68	8.84	7.08	6.31	5.18	1.58	15.0
	9	17.68	15.76	17.48	16.53	17.94	16.90	19.07	16.47	43.3
AGOSTO	10	22.73	18.92	24.07	22.18	25.12	22.52	25.06	22.62	62.9
	11	27.44	23.46	26.74	24.03	27.37	23.01	26.29	23.12	34.9
	12	28.12	24.00	27.73	23.91	28.32	23.46	27.18	23.85	20.2
	13	27.15	23.61	26.40	23.18	25.58	22.65	25.80	22.85	9.2
	14	28.97	24.53	27.89	24.12	27.79	24.21	26.59	24.53	18.8
SEPT.	15	29.93	25.00	28.76	24.47	28.34	24.11	27.29	24.77	35.2
	16	29.19	25.34	28.20	24.42	27.26	24.25	27.44	23.78	17.4
	17	29.90	25.04	29.26	25.09	28.34	24.59	28.19	23.79	0.0
	18	28.69	24.65	28.58	24.68	27.48	23.34	27.39	23.89	0.0
	19	26.50	23.43	26.67	23.17	24.84	22.58	25.34	23.10	0.0
OCT.	20	28.42	25.05	27.55	24.19	27.90	23.87	27.69	23.52	0.0
	21	27.87	24.76	27.29	23.87	27.40	23.70	27.25	24.22	47.2
	22	29.89	25.11	28.80	24.69	28.01	24.08	28.03	23.65	4.5
PROMEDIO		21.90	18.42	22.12	18.30	21.37	18.00	18.91	16.18	16.13

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EL DIA 13 DE OCTUBRE DE 1978, PARA LAS PROFUNDIDADES DE 30 Y 60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	FT 5%
Bloques	1	4.6208	4.6208	8.5260	NS 9.28
Tratam.	3	31.652	10.5506	19.46748	* 10.13
Error	3	1.6259	0.54196		
Total	7	37.898			

C.V. = 13.93%

Tratamiento	Promedio % Humedad
Polietileno Negro	31.31 A
Cartón Asfaltado	27.315 BCD
G r a v a	26.775 BCD
Suelo Desnudo	26.29 BCD

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	FT 5%
Bloques	1	0.0512	0.0512	0.1906	NS 9.28
Tratam.	3	9.324	3.108	1.1571	NS 10.13
Error	3	8.0594	2.686		
Total	7	17.4355			

C.V. = 33.49%

CUADRO 7. ALTURA PROMEDIO SEMANAL DE LAS PLANTAS EN CUATRO DIFERENTES TRATAMIENTOS Y SU PROMEDIO DE CRECIMIENTO DIARIO EN CMS.

TRAT.	JUNIO		J U L I O					A G O S T O		
	27	1	7	15	21	29	4	12	18	26
S. DES NUDO	101.5	110.0	112.0	114.5	115.5	116.5	117.5	118.5	118.5	120.0
GRAVA	106.0	120.5	125.0	125.5	128.0	128.0	128.0	128.5	128.5	128.5
C. AS FALT.	131.0	139.5	141.0	141.5	142.5	146.0	146.5	146.5	146.5	146.5
POLIE TILENO	155.0	164.0	166.0	168.0	168.0	169.5	170.0	170.0	171.0	171.0

TRAT.	S E P T I E M B R E					OCTUBRE		CRECIMIENTO DIARIO EN (cms.)
	1	9	15	23	29	7	15	
S. DES NUDO	120.5	121.0	121.0	121.0	122.0	122.0	123.0	0.20
GRAVA	128.5	128.5	128.5	129.0	129.5	130.0	130.0	0.22
C. AS FALT.	147.0	147.0	152.0	156.5	156.5	157.0	158.0	0.24
POLIE TILENO	171.5	171.5	171.5	172.5	173.0	173.0	173.0	0.16

CUADRO 8. DIAMETRO PROMEDIO SEMANAL DE LAS PLANTAS EN LOS CUATRO DIFERENTES TRATAMIENTOS Y SU PROMEDIO DE CRECIMIENTO DIARIO EN CMS.

TRAT.	JUNIO		JULIO				AGOSTO			
	27	1	7	15	21	29	4	12	18	26
S.DESNUDO	1.73	1.78	1.87	2.03	2.05	2.23	2.36	2.42	2.47	2.60
GRAVA	1.98	2.02	2.15	2.23	2.24	2.55	2.77	2.81	2.84	3.08
C.AS FALT.	2.29	2.44	2.53	2.63	2.66	3.09	3.36	3.41	3.41	3.76
POLIE TILENO	3.21	3.30	3.34	3.54	3.56	3.89	4.17	4.27	4.37	4.56

TRAT.	SEPTIEMBRE					OCTUBRE		CRECIMIENTO DIARIO EN (cms.)
	1	9	15	23	29	7	15	
S.DESNUDO	2.75	2.84	2.84	2.87	3.30	2.89	2.90	0.011
GRAVA	3.19	3.33	3.33	3.41	3.42	3.42	3.42	0.013
C.AS FALT.	3.9	4.07	4.07	4.15	4.15	4.15	4.17	0.017
POLIE TILENO	4.58	4.85	4.85	4.85	4.86	4.86	4.87	0.015

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA DE ALTURA.
15 OCTUBRE 1978.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	FT 5%
Bloques	1	3200.00	3200.00	3.84 NS	9.28
Tratam.	3	3316.00	1105.33	1.33 NS	10.13
Error	3	2500.00	833.33		
Total	7	9016.00			

C.V. = 19.77%

ANALISIS DE VARIANZA DE DIAMETRO.
15 OCTUBRE 1978.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	FT 5%
Bloques	1	6.2835	6.2835	1.41 NS	9.28
Tratam.	7	4.4512	1.4837	5.96 NS	10.13
Error	3	3.1632	1.054		
Total	7	13.8980			

C.V. = 26.76%