

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**EFFECTO DE LA INTERACCION HUMEDAD-FERTILIZA-
CION EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ
(Zea mays L.) VARIEDAD NUEVO LEON H-1)
SEMINARIO
(OPCION II-A)**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA
JOSE GUADALUPE GARZA GARCIA**

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1984

T

SB191

.M2

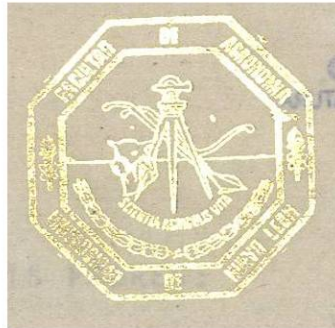
G291

C.1



1080062517

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**EFFECTO DE LA INTERACCION HUMEDAD-FERTILIZACION
EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.)
VARIEDAD NUEVO LEON H-1**

**SEMINARIO
(OPCION II-A)**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

PRESENTA

JOSE GUADALUPE GARZA GARCIA

NOVIEMBRE DE 1984

MARIN, N.L.

T/
5B191
.M2
.6291



040633
FA 12
1984

A MIS PADRES:

JOSE GUADALUPE GARZA LOZANO
ANA MARIA GARCIA DE GARZA

Por ser motivo de mi orgullo,
por el gran cariño que siempre
me han profesado y porque son
ellos mi mejor ejemplo a seguir.

A MI ESPOSA Y MIS HIJAS:

SYLVIA PERALES DE GARZA

SYLVIA

ANA CAROLINA

LORENA PATRICIA

CLAUDIA GABRIELA

Que con su amor son la luz
de mi existencia y la fuerza
de todas mis acciones.

A MIS HERMANOS:

FEDERICO, HOMERO, HECTOR,
ANA MARIA, MARIA ISABEL,
MARIA YOLANDA Y MARIA LUISA

Agradeciendo a Dios la unión que
siempre ha existido en todos
nosotros y rogando porque ésta
se conserve siempre.

A MI ASESOR:

DR. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO

Por su valiosa ayuda y orientación
para hacer posible la culminación
de este trabajo.

DR. JUAN F. PISSANI ZUÑIGA

Mi reconocimiento por su colabo
ración en la programación y rea
lización del trabajo de campo
del presente estudio.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION.	1
LITERATURA REVISADA	2
MATERIALES Y METODOS	17
RESULTADOS EXPERIMENTALES	33
CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFIA CITADA	45

I N D I C E D E T A B L A S

No.		Pág.
1	Análisis Físico y Químico del suelo; Profundidad 0-30 cm	22
2	Análisis Físico y Químico del suelo Profundidad 30-60 cm	23
3	Análisis Químico del agua utilizada en el riego	24
4	Densidad Aparente del suelo (DA) a diferentes profundidades	25
5	Capacidad de Campo (CC) del suelo a distintas profundidades, de 10 a 150 cm	27
6	Punto de Marchitamiento permanente (PMP) a profundidades de 10 a 150 cm	28
7	Textura del suelo a cada 20 cm hasta 1.60 m de profundidad	29
8	Capacidad de Campo (CC) Punto de Mar- chitamiento Permanente (PMP), Agua Dis- ponible (% y cm) del suelo a diferentes profundidades.	30
9	Valores de temperatura media diaria y precipitación pluvial durante el desa- rrollo del experimento	32
10	Valores de la producción de grano/Ha - (a 0% de humedad) obtenida en cada uno de los tratamientos estudiados y su -- significancia según Duncan (5%)	33

No.		Pág.
11	Agua disponible consumida por el cultivo por tratamiento y por cada 10 cm de profundidad	36
12	Valores de la evapotranspiración potencial y real obtenida para distintos períodos de desarrollo del cultivo . . .	37
13	Usos consuntivos expresados en cm y porcentajes para cada 30 cm de suelo	38

I N D I C E D E F I G U R A S

No.		Pág.
1	Plano General de la distribución, localización y dimensiones de las parcelas experimentales, pozos agrológicos y trazo de riego	19
2	Capacidad de campo, punto de marchitez permanente y contenido de agua disponible accesible, agua disponible no accesible y agua no disponible del suelo . .	31
3	Representación gráfica de la interacción Humedad-Fertilizantes y Fertilizantes-Humedad en base a la producción obtenida. . .	35
4	Uso consuntivo durante el ciclo de los tratamientos estudiados, precipitación pluvial en el ciclo del cultivo	39
5	Uso consuntivo de % de tres tratamientos de humedad en maíz, en los estratos de suelo explorado por las raíces	40

INTRODUCCION

El cultivo de maíz tiene una importancia fundamental por ser el elemento básico para la alimentación del pueblo mexicano, constituye alrededor del 50% de la superficie cultivada anualmente en el país, con rendimientos promedio de 1.338 Ton/Ha en 1972.

Estos rendimientos tan bajos se deben a que se siembra en gran diversidad de condiciones climatológicas, lo que origina una gran variación en los rendimientos. La principal limitante para elevar la producción es la disponibilidad de agua de riego y su correcta utilización.

Por eso es que el conocimiento de las relaciones entre el agua y el suelo es de gran utilidad para todos, ya que la humedad y su tensión, así como la fertilidad varían grandemente con la profundidad del suelo y el estrato explorado por las raíces de las plantas cambia a medida que éstas se desarrollan.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fué estudiar la influencia que tiene sobre el crecimiento y producción del maíz híbrido para grano, la aplicación de diferentes números de riegos y fórmulas de fertilizantes químicos.

LITERATURA REVISADA

El agua constituye el elemento básico que limita la expansión de las áreas de riego en las zonas áridas y semi-áridas y con ello la producción de alimentos, y si además consideramos que el aumento constante de la población genera una mayor competencia por el agua disponible; de allí nace el creciente interés que se tiene para la conservación y uso eficiente del agua en las áreas agrícolas bajo riego (21).

La finalidad del riego es proveer la humedad que los cultivos utilizan del suelo, de modo tal que el normal crecimiento o desarrollo productivo de las plantas pueda continuar.

La cantidad de agua necesaria para regar, depende del tipo de suelo, condiciones térmicas del lugar y de las especies de plantas que se cultiven. El tipo de suelo está dado por su textura, por su estructura y su profundidad. De acuerdo con estas condiciones el suelo podrá almacenar más ó menos agua y será diferente el coeficiente de absorción y el índice de permeabilidad.

En general los suelos sueltos y arenosos retienen poca agua y su gran permeabilidad hace que se pierda mucha

agua de riego por infiltración a capas muy profundas, hasta donde las raíces de las plantas no pueden llegar y por lo tanto no la aprovechan.

Por el contrario, los suelos compactos y arcillosos no tienen suficiente capacidad de absorción y parte del agua puede perderse por escurrimiento superficial. Ambientes con temperaturas muy altas como las de las zonas tropicales, determinan una gran evapotranspiración y por ello requieren, para un mismo tipo de suelo, mayores cantidades de agua

El tipo de cultivo y la profundidad a que penetran las raíces determinan la necesidad de utilizar una mayor ó menor cantidad de agua en cada riego (18).

Por lo general, la irrigación significa que todas las demás prácticas agrícolas, pueden y deben mejorarse a un nivel significativamente superior. Se necesitan más fertilizantes, mejor control de malezas y de plagas, mayor población de plantas por hectárea, labores más oportunas y una administración y manejo más intensos. Cuando se incorporan todas estas prácticas mejoradas, los resultados de la irrigación pueden ser grandemente gananciosos.

El agricultor necesita concentrar la información acerca de la oportunidad (tiempo más propicio) para la aplicación del agua a sus cultivos. Este es el factor decisivo en muchas zonas. Cuándo hacer el riego es tan importante como cuánta agua debe aplicarse al cultivo.

En la mayoría de los casos, el tiempo necesario para la aplicación de agua de riego, depende de la cantidad que el suelo deba absorber y la rapidez o lentitud con que esa agua se infiltra en el suelo (3).

El desarrollo de la mayoría de los cultivos de regadío se estimula con la humedad moderada del terreno y se retarda cuando ésta es excesiva o deficiente. Para que las plantas crezcan satisfactoriamente se requiere que exista cierta cantidad de aire en el suelo. De aquí que la inundación excesiva, que satura de agua los poros del suelo expulsando el aire de ellos, inhibe el desarrollo adecuado de las plantas, aún cuando se les suministre agua en abundancia.

Por otra parte, los suelos que tienen poca humedad retienen tan tenazmente la que les queda, que las plantas deben de efectuar un consumo extraordinario de energía para obtener el agua que necesitan. Si la velocidad de absorción no es su-

ficientemente elevada para mantener la turgencia de los tejidos, se produce entonces una marchitez permanente (17).

Son muy numerosos los factores que intervienen en la interpretación de los datos experimentales sobre niveles de humedad:

Los factores naturales más importantes son el suelo, el clima y la topografía. Dentro del factor suelo podemos considerar todas aquellas características edafológicas que determinan la capacidad de retención del agua en los estratos del perfil del suelo, como son la textura, estructura, estratificación, fertilidad, salinidad, etc.

Dentro del factor clima figuran la precipitación, la radiación solar, la temperatura, la humedad, los vientos y la duración del día, es decir, todas aquellas variables climatológicas que afectan la velocidad e intensidad del fenómeno de evapotranspiración.

Dentro del aspecto manejo, se incluyen aquellos factores influenciados por el hombre y que generalmente suelen ser controlados por éste. Muchos están relacionados con los factores naturales y climatológicos y comprenden la disponi-

bilidad del agua, la calidad de ésta, la fecha de siembra, la variedad de la especie cultivada, la fertilidad del suelo, el espaciamiento entre plantas, el manejo del agua, las labores de cultivo y el uso de productos químicos. Todos los factores citados pueden influir en el desarrollo de las plantas y por ende en sus necesidades de agua (11).

Movimiento del agua en suelos no saturados.-

El agua puede moverse a través del suelo en forma líquida o gaseosa y dicho movimiento es motivado por gradientes de energía y el flujo se produce hacia el punto de menor energía.

Estos gradientes son originados por cambios térmicos, osmóticos y mátricos. A este aspecto dinámico o cinético del agua en el suelo se ha venido dando importancia para justificar las dos teorías existentes sobre la disponibilidad del agua en el suelo (12, 13).

Las necesidades de agua de las plantas, reciben en conjunto el nombre de uso consuntivo, el cual es un proceso dinámico en los que intervienen los factores básicos: agua-suelo-planta y manejo. Factores que fijan en definitiva las cantidades de agua que las plantas requieren. Sus efectos no

son necesariamente constantes y pueden diferir de unas localidades a otras, ya que tienen fluctuaciones en cuanto a duración e intensidad.

Durante la fase de desarrollo , las necesidades de agua del maíz aumentan progresivamente, desde la germinación al desarrollo vegetativo.

El segundo período comprende desde la fase de iniciación de la floración masculina hasta la segunda fase de la floración, o sea, la formación de la flor femenina, en que las necesidades de agua son mayores.

Por último, la planta llega a sus requerimientos máximos de agua en el período que se extiende de floración a madurez fisiológica (22).

Los déficits de humedad en la etapa de floración y polinización en muchas plantas pueden ocasionar daños irreversibles que afecten el rendimiento (21).

El efecto de los déficits de humedad en períodos cortos durante la etapa de floración y polinización sobre el rendimiento del maíz, ha sido demostrado por los experimen-

tos de Robins y Domingo (25), quienes encontraron que déficits durante dos días redujeron el rendimiento en 22% y para un período de seis días, la reducción de rendimiento alcanzó el 50%.

Demmead y Shaw (8) encontraron que déficit de agua durante la época de floración y polinización, redujeron los rendimientos hasta en un 50%, mientras que cuando éstas deficiencias se presentaron durante la etapa de desarrollo vegetativo y desarrollo de la espiga, la reducción de rendimiento fué de 25% y 21% respectivamente.

Widtsoe, citado por Israelsen (17), realizó trabajos en un terreno que tenía una capa freática a 23.6 metros de profundidad; de ello dedujo que era razonable pensar que los cultivos no obtenían agua subterránea y que la precipitación en la época de cultivo, la extracción de la humedad capilar y el agua de riego, proporcionaban toda el agua que las plantas podían disponer.

No hubo pérdidas por escurrimiento superficial en las parcelas experimentales de Widtsoe y se despreciaron las pérdidas por percolación profunda.

Widtsoe midió estas fuentes de agua para catorce cultivos durante un período de diez años. Los rendimientos obtenidos han sido comparados con el agua total utilizada y para calcular el consumo se seleccionaron aquellos rendimientos que parecían ser más rentables.

En casi todas las cosechas los rendimientos aumentaron rápidamente hasta un cierto punto, al aumentar el agua utilizada para después disminuir, al seguir aumentando el volumen de ésta. En este punto de cambio de pendiente de la curva, el agua utilizada es la que corresponde a la utilización consuntiva.

Vega, J. y J. Torres, citados en resúmenes de Investigación de Uso y Manejo de Agua (30), obtuvieron usos consuntivos que variaron de 17.34 a 46.47 cm en maíz en el período del 5 de mayo al 3 de agosto de 1977, al estudiar el efecto combinado de tres criterios de riego y seis dosis de fertilización nitrogenada con rendimientos que variaron de 913 Kgr el mínimo, a 4,400.Kgr/Ha el de mayor rendimiento y que correspondió al tratamiento:

Uso Consuntivo	Dosis de Nitrógeno	Prod Ton/Ha
17.34	40	1.4
46.47	120	4.4

Consideraciones sobre fertilidad.-

La relación entre fertilidad y la disponibilidad del agua en el suelo es muy compleja, ya que son muchos los factores que influyen en la producción de materia seca de las plantas, dentro de los cuales figuran las propiedades físicas del suelo que se relacionan con el contenido de humedad y el movimiento del agua en el suelo. Los más importantes son los que se relacionan con los efectos de la fertilidad y salinidad de los suelos sobre las necesidades de agua de los cultivos.

Hawtharhe, citado en "Advance in Agronomy", revisó nueve investigaciones donde encontró que la absorción del fósforo no es afectada por la humedad del suelo dentro del rango de disponibilidad y doce investigaciones reportaron que la absorción del fósforo si es afectada al aumentar la humedad del suelo (13).

En fertilización con nitrógeno se encontró que para niveles bajos de nitrógeno, la producción es similar entre C C y P M P y para niveles altos de nitrógeno se encontró que la producción de la planta es materialmente reducida en los tratamientos secos dentro del rango de disponibilidad.

Robinson en 1966 encontró que para distintos niveles de fertilización con nitrógeno, la producción decreció al incrementar la cantidad de agua aplicada, debido principalmente a la lixiviación del nitrógeno (13).

Scarsbrook (26) descubrió que el 35% de la humedad aprovechable del suelo, con una fertilización de 132 Kgr de nitrógeno por hectárea, es el nivel que produce mejores rendimientos de semilla de algodón y que niveles más altos de humedad, no tienen efecto sobre dicho rendimiento.

Experimentos realizados en diferentes cultivos en que se han estudiado los efectos de la fertilidad sobre las necesidades de agua de los cultivos, han demostrado de un modo general, que siempre que se registra una respuesta a una mayor fertilidad del suelo, la necesidad de agua se reduce, es decir, que si un suelo posee condiciones físicas desfavorables al desarrollo radicular, una adecuada fertilización puede aumentar la zona radicular efectiva y por lo tanto, la cantidad de humedad disponible para las plantas, y como resultado de esto, la fertilización puede significar un pequeño incremento en el consumo de agua, pero aumentándose también en mayor grado la producción de materia seca por efecto de la fertilización, es decir, que la planta que está creciendo vi

gorosamente, utiliza la humedad con mayor eficiencia, la que se interpreta como una reducción de las necesidades de agua por unidad de rendimiento de cosecha obtenida (14).

Ha quedado de manifiesto en experimentos en que se es tudian niveles de humedad y fertilización, el efecto que la fertilidad del suelo tiene sobre una mayor eficiencia en la utilización del agua.

Al respecto Stanberry, citado por Macías (20), reporta que un experimento realizado en Arizona, donde se consideraron tres niveles de humedad (1.75, 6 y 15 atmósferas) y cuatro dosis de fósforo (100, 200, 400 y 600 Kgr/Ha), los tratamientos con nivel bajo de fertilidad (100 Kgr de fósforo por hectárea), requirieron 52% más de agua por tonelada de heno producido, en comparación con los tratamientos con alto nivel de fertilidad (600 Kgr de fósforo por hectárea).

Burton y sus colaboradores (15), en estudios realizados en Zacate Bermuda de la costa, determinaron que el número de litros de agua necesarios para producir un Kgr de heno seco de dicho zacate, disminuyó de 2,476 a 803, cuando la aplicación de nitrógeno se varió de 55 a 226 Kgr/Ha.

Power y Evans (24) mencionan que el crecimiento de la planta está regulado fundamentalmente por la humedad y disponibilidad de elementos nutritivos del suelo.

El nivel de humedad existente en el suelo afecta notablemente la eficiencia de la aplicación de fertilizantes según se ha establecido en experimentos con diferentes niveles de humedad y fertilización, encontrando que la respuesta de los cultivos a la fertilización del suelo, es mayor cuando no se tienen deficiencias de humedad, siendo por el contrario menor y en algunas ocasiones negativa, cuando prevalecen condiciones de sequía (23).

La fertilización es una de las prácticas agrícolas que ayudan a la planta a utilizar la energía en una mayor producción, sin un incremento apreciable en la evapotranspiración, obteniéndose en consecuencia una mayor eficiencia en el uso del agua (21).

Myers (21) menciona que los estudios realizados por Stanberry en Arizona, en cultivo de cebada, demostraron que aún cuando se obtuvo un rendimiento considerable al aumentar la dosis de nitrógeno, la cantidad total de agua para los varios tratamientos no acusan diferencias muy notables, en tan-

to que la producción por unidad de volumen utilizado fué de más de cuatro veces cuando se utilizó fertilizante nitrogenado.

En experimentos realizados por Hernández y Laird (16) en la Cal Grande, Guanajuato; obtuvieron un rendimiento de 4.83 toneladas por hectárea de maíz en mazorca, manteniendo en el suelo una humedad superior al 75% durante los dos primeros meses del ciclo biológico de la planta; en cambio hubo un incremento de rendimiento que fluctuó entre 5.35 y 5.52 Ton/Ha cuando se mantuvo el porcentaje de humedad aprovechable entre 0 y 50 %.

Consideraciones Climatológicas.-

El uso del agua por las plantas varía con la estación del año, con la humedad disponible en el suelo, con el estado de crecimiento de la planta y con la especie vegetal (10).

En un experimento en el cual se sometió el cultivo del algodón a diferentes abatimientos de humedad, se encontró que la cantidad de agua usada por las plantas no varió para ningún tratamiento de humedad en la primera fase de crecimiento, pero en cambio se encontró que el uso del agua está fuertemente influenciado por el tratamiento de humedad en el

período de máxima evapotranspiración (9).

Curry (7) en el Valle de Mesilla, Nuevo México, EUA, encontró que la planta de algodón posee una amplia adaptabilidad a la cantidad de agua agregada al suelo, obteniéndose altos rendimientos de algodón con 4 ó 5 riegos, y únicamente rendimientos ligeramente más altos cuando se suministraron a proximadamente el doble de ese número de riegos.

En plantas forrajeras se ha encontrado que para los niveles altos de humedad en el suelo, el uso de agua está controlado por factores metereológicos y por la cobertura vegetal, lo cual favorece el uso de la radiación en los procesos de evapotranspiración (28).

La práctica de riego juega un papel muy importante en el uso eficiente del agua, por lo cual se debe determinar los intervalos de riego en función de las necesidades fisiológicas de las plantas.

Eric, citado por Myers (21), demuestra la importancia de conocer el número adecuado de riegos en Arizona, en donde los agricultores acostumbran aplicar hasta seis riegos para el algodón. Dicho investigador experimentó en diversas com-

binaciones de 3, 4, 5, 6 y 7 riegos, encontró que si solamente se dispone de 3 riegos de auxilio, éstos deben aplicarse con intervalos de un mes aproximadamente.

Asímismo, reportó que aunque los agricultores aplican más de ocho riegos en sorgo, sus estudios en dicho cultivo mostraron que los máximos rendimientos pueden obtenerse con 3 riegos y que dos riegos aplicados oportunamente sólo pueden significar una reducción de rendimiento del 5 al 10%.

En experimentos realizados en algodón en el Valle de Río Grande en Texas, por un período de 5 años en un suelo limo arenoso profundo y con un nivel freático que fluctuaba entre 1.5 m y 1.7 m, demostró que las máximas ganancias se pueden obtener aplicando uno o dos riegos de auxilio, más la precipitación pluvial, en tanto que los agricultores generalmente aplican para el mismo cultivo más de 5 riegos (21).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en un terreno conocido como "Los Nogales", situado en el Municipio de Apodaca, N. L., entre el 20 de julio y el 23 de octubre de 1973. Dicho terreno se encuentra localizado a una altitud de 420 m sobre el nivel del mar, 25°46' de latitud norte y 100°11' longitud oeste.

Se consideraron tres tratamientos de humedad y cuatro de fertilización en un cultivo de maíz para grano, híbrido de la variedad "NLH-1", sembrado a una distancia entre surcos de 92 cm y en una densidad de 32,400 plantas por Ha, la parcela fué de 5 surcos de 10 metros de largo, se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con análisis de parcelas divididas.

La siembra se efectuó el 20 de julio en tierra húmeda y se cosechó el 23 de octubre. Se fertilizó al momento de la siembra, aplicando 1/3 del nitrógeno total y la totalidad del fósforo. El resto del nitrógeno se aplicó 35 días después.

Se hizo el levantamiento topográfico y la nivelación del terreno para el adecuado trazo del riego y distribución

de las parcelas experimentales.

La figura No 1 presenta la distribución, localización y trazo de riego de las parcelas experimentales.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Niveles de Humedad

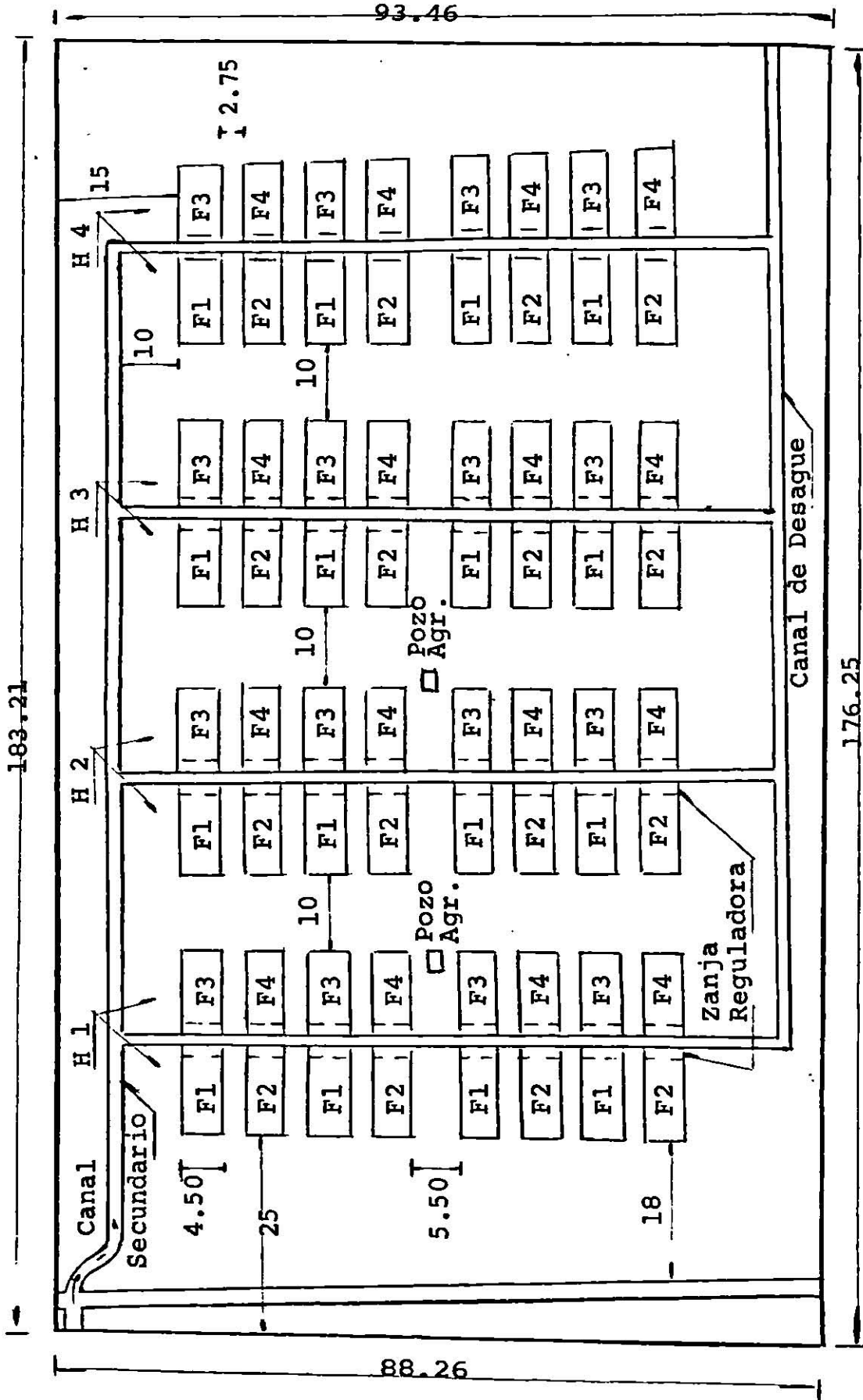
- H1 Aplicar dos riegos de auxilio
- H2 Aplicar un riego de auxilio
- H3 Temporal
- H4 Nivel que se eliminó por haber resultado idéntico a H3

Niveles de Fertilización

	N	P ₂ O ₅	K
F1	0	0	0
F2	50	40	0
F3	100	40	0
F4	150	40	0

Los riegos se aplicaron por gravedad, aplicando suficiente agua como para tener capacidad de campo, el estrato explorado por el sistema radicular.

En el tratamiento más húmedo se aplicaron los riegos



Nota.- Todas las medidas están dadas en metros
 Los pozos agrícolas miden 1 x 2 x 1.80 m

FIGURA No 1.- DISTRIBUCION, LOCALIZACION Y TRAZO DE RIEGO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

de auxilio a los 32 y 45 días después de sembrado, cuando aproximadamente se había consumido un 25% de humedad disponible.

En el otro tratamiento se aplicó el riego de auxilio a los 45 días, cuando aproximadamente había consumido el 50% de humedad disponible.

Se hicieron dos pozos agrológicos en puntos estratégicos del terreno con el fin de tomar muestras con su respectiva repetición para los análisis físicos y químicos del suelo.

Del suelo se determinaron a intervalos de 10 cm los siguientes parámetros de humedad:

- 1.- Densidad Aparente.- Se obtuvo utilizando el muestreador de cilindro para densidad aparente.
- 2.- Capacidad de Campo.- Esta se determinó en el lugar del experimento, saturando hasta 1.50 m de profundidad el área comprendida por dos cubos de metal (.75 y 1.50 m) y cubriendo uno de ellos y aplicando el método gravimétrico.
- 3.- Punto de Marchitamiento Permanente.-Este se consiguió utilizando plantas de girasol en macetas como indicadoras.

4.- La textura se determinó para cada 20 cm hasta 1.60 m de profundidad, utilizando el método de la laboratorio del Hidrómetro.

Para obtener el rendimiento en grano se cosecharon de cada parcela de 5 surcos de 10 metros de largo, sólo los tres surcos centrales, desechándose un metro a cada lado de surco, quedando éstos de 8 metros.

Los valores obtenidos del análisis físico y químico del suelo para las profundidades 0-30 y 30-60 cm, se muestran en la Tabla No 1 y No 2, los valores del análisis químico del agua utilizada en el riego en la Tabla No 3.

Para la densidad aparente se determinaron valores para cada 10 cm de profundidad hasta 1.50 m, esto con dos muestras por estrato y por pozo agrológico para luego sacar el promedio (Tabla No 4).

TABLA No 1.- ANALISIS FISICO Y QUIMICO DEL SUELO, PROFUN-
 DIDAD 0-30 cm, MUESTRA TOMADA EN EL LUGAR DEL
 EXPERIMENTO.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
Color (Escala Munsell)	seco 10 y R-5/1 húmedo 10 y R-3/1	Gris Gris muy oscuro
Reacción (Relación suelo-agua 1:2)	p ^H 8.2	Medianamente Alcalino
Textura (Método del Hidrómetro)	Arena 15% Limo 35% Arcilla 50%	Arcilloso
Materia Orgánica (Método Walkey y Black)	2.5%	Rico
Nitrógeno Total (Método Kjeldahl)	0.11%	Medianamente Pobre
Fósforo Aprovechable (Método Peeh y English)	21 Kgr/Ha	Medianamente Pobre
Potasio Aprovechable (Método Peeh y English)	182 Kgr/Ha	Medianamente Pobre
Sales Solubles Totales (Puente Wheatstone)	Conductividad eléc- trica a 25°C:3.3 mmhs/cm	Muy ligeramen- te salino.

TABLA No 2.- ANALISIS QUIMICO DEL SUELO. PROFUNDIDAD
30-60 cm, MUESTRA TOMADA EN EL LUGAR DEL
EXPERIMENTO.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
Color (Escala Munsell)	seco 10 YR-6/2 húmedo 10 YR-4/2	Gris cafésáceo cl Gris cafésáceo ob
Reacción (Relación suelo-agua 1:2)	p ^H 8.2	Medianamente alcalino
Textura (Método del Hidrómetro)	Arena 12% Limo 34% Arcilla 54%	Arcilloso
Materia Orgánica (Método Walkey y Black)	1.2 %	Mediano
Nitrógeno total (Método Kjeldahl)	0.05%	Pobre
Fósforo Aprovechable (Método Peeh y English)	9 kgr/Ha	Muy pobre
Potasio Aprovechable (Método Peeh y English)	146 Kgr/Ha	Med. pobre
Sales Solubles Totales (Puente Wheatstone)	conducción eléctrica a 25°C : 4.4 mmhos/cm	moderadamente salino

TABLA No 3.- ANALISIS QUIMICO DEL AGUA UTILIZADA EN LOS
RIEGOS.-

Conductividad Eléctrica C E X 10 ⁶ a 25°C	5,200 mmhs	Muy altamente salina
Calcio	8.4 meg/Lt	
Magnesio	7.8 meg/Lt	
Sodio	35.8 meg/Lt	
Carbonato	0.0 meg/Lt	
Bicarbonato	10.0 meg/Lt	
Cloruro	6.5 meg/Lt	No recomendable
Sulfato	30.8 meg/Lt	
Salinidad Efectiva	42.0 meg/Lt	No recomendable
Salinidad Potencial	21.9 meg/Lt	No recomendable
Relación absorción de sodio	12.7	Muy alta en sodio
Coefficiente de sodio residual	0.0 meg/Lt	Buena
Porcentaje de sodio probable	30.2 meg/Lt	

TABLA No 4.- DENSIDAD APARENTE (DA) A DIFERENTES PROFUNDIDADES.

Profundidad (cm)	(PRIMER MUESTREO)		(2do MUESTREO)	PROMEDIO
	Promedio 1er Pozo DA gr/cc	Promedio 2do pozo DA gr/cc	Promedio 1er y 2do pozo DA gr/cc	TOTAL DA gr/cc
0 - 10	1.3096	1.0253	1.1928	1.1759
10 - 20	1.1954	1.0627	1.2364	1.1648
20 - 30	1.1094	1.1769	1.1743	1.1535
30 - 40	1.1571	1.1937	1.1329	1.1612
40 - 50	1.1782	1.0767	1.2103	1.1551
50 - 60	1.2045	1.0429	1.1283	1.1252
60 - 70	1.1188	1.0659	1.1625	1.1157
70 - 80	1.1561	1.0600	1.1650	1.1270
80 - 90	1.1561	1.0660	1.2710	1.1644
90 - 100	1.2727	1.2052	1.3137	1.2639
100 - 110	1.3656	1.2247	1.3533	1.3145
110 - 120	1.4962	1.5150	1.4792	1.5301
120 - 130	1.4670	1.4562	1.5337	1.4856
130 - 140	1.4645	1.4694	1.4764	1.4701
140 - 150	1.4436	1.4917	1.4872	1.4741

Para la capacidad de campo también se promediaron las lecturas obtenidas a las 48, 72 y 96 horas en los cubos de metal (Tabla No 5).

Punto de Marchitamiento permanente.- Se usaron macetas con suelo de estratos de cada 10 cm hasta 1.50 m de profundidad y el girasol como planta indicadora, ésto con su repetición (Tabla No 6).

Se obtuvieron las texturas de cada 20 cm de suelo, hasta 1.60 m de profundidad (Tabla No 7).

Las características agronómicas del híbrido NLH-1 se mencionan a continuación:

Altura de la planta - - - - -	1.98 m
Altura de Mazorcas- - - - -	1.12 m
Días a la floración· - - - - -	84
% de Materia Seca - - - - -	80.4
% de Mazorcas sanas - - - - -	92
% de olote- - - - -	15

TABLA No 5.- CAPACIDAD DE CAMPO (CC) DEL SUELO EXPRESADO
 EN % A DISTINTAS PROFUNDIDADES

Profundidad en cm	Promedio 48 Hs	Promedio 72 Hs	Promedio 96 Hs	Promedio General
0- 10	36.61	31.66	32.45	33.57
10- 20	32.98	29.91	32.08	31.66
20- 30	30.89	28.23	29.97	29.70
30- 40	29.06	26.80	28.16	28.01
40- 50	27.79	25.43	26.50	26.57
50- 60	26.03	24.64	25.21	25.29
60- 70	25.01	23.18	23.83	24.01
70- 80	22.96	22.21	21.84	22.24
80- 90	22.18	22.22	21.65	22.02
90-100	20.26	19.68	20.17	20.06
100-110	20.70	19.54	19.07	19.77
110-120	20.29	19.07	19.08	19.48
120-130	19.02	19.13	18.35	18.83
130-140	19.57	18.38	19.71	19.22
140-150	18.94	20.31	18.03	19.09

TABLA No 6.-

PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE (PMP)

EXPRESADA EN % DE HUMEDAD A PROFUNDIDADES

DE 10 A 150 CM

Profundidad (cm)	METODO		METODO	PROMEDIO PMP %
	Planta Indicadora PMP %	PMP %	Briggs-Shants PMP %	
0 - 10	16.86	16.57	19.76	17.73
10 - 20	16.63	17.21	17.80	17.21
20 - 30	16.68	15.84	16.67	16.40
30 - 40	17.59	16.90	15.68	16.72
40 - 50	16.08	16.13	15.00	15.73
50 - 60	15.65	15.69	14.05	15.13
60 - 70	15.63	15.16	13.50	14.76
70 - 80	15.06	15.07	12.39	14.17
80 - 90	14.94	14.18	11.97	13.69
90 - 100	13.94	13.11	10.93	12.66
100 - 110	11.44	12.44	11.17	11.68
110 - 120	12.67	12.43	10.95	11.41
120 - 130	12.12	11.86	10.26	11.41
130 - 140	11.49	11.24	10.56	11.09
140 - 150	12.92	11.80	10.22	11.65

TABLA No 7.- TEXTURA DEL SUELO DE CADA 20 CM HASTA 1.60 M DE PROFUNDIDAD.

PROFUNDIDAD (CM)	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
0 - 20	Arena 14% Limo 27% Arcilla 59%	Arcilloso
20 - 40	Arena 7% Limo 27% Arcilla 66%	Arcilloso
40 - 60	Arena 3% Limo 28% Arcilla 69%	Arcilloso
60 - 80	Arena 7% Limo 28% Arcilla 65%	Arcilloso
80 - 100	Arena 7% Limo 28% Arcilla 65%	Arcilloso
100 - 120	Arena 5% Limo 32% Arcilla 63%	Arcilloso
120- 140	Arena 4% Limo 42% Arcilla 54%	Arcilloso
140- 160	Arena 4% Limo 42% Arcilla 54%	Arcilloso

Determinados los valores antes mencionados, se calculó el agua disponible del suelo (en % y cm), que se define como la cantidad de agua que se encuentra entre capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente. Tabla No 8 y Figura No 2.

TABLA No 8.- CAPACIDAD DE CAMPO (CC) PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE (PMP), AGUA DISPONIBLE (% y CM) DEL SUELO A DIFERENTES PROFUNDIDADES.

PROFUNDIDAD (CM)	CC	PMP	% AGUA DISPONIBLE	CM DE AGUA DISPONIBLE
0 - 10	33.57	17.73	15.84	1.853
10 - 20	31.66	17.21	14.45	1.676
20 - 30	29.70	16.40	13.30	1.529
30 - 40	28.01	16.72	11.29	1.309
40 - 50	26.57	15.73	10.84	1.246
50 - 60	25.29	15.13	10.16	1.137
60 - 70	24.01	14.76	9.25	1.026
70 - 80	22.24	14.17	8.07	.903
80 - 90	22.02	13.69	8.33	.932
90 - 100	20.06	12.66	7.40	1.059
100 - 110	19.77	11.68	8.09	1.237
110 - 120	19.48	11.41	8.09	1.098
120 - 130	18.83	11.41	7.42	1.138
130 - 140	19.22	11.09	8.13	1.071
140 - 150	19.09	11.65	7.44	1.059
			TOTAL=	19.239

Habiéndose establecido las características físicas del suelo como guías para evaluar los usos consuntivos de cada tratamiento, se llevó registro de la precipitación plu-

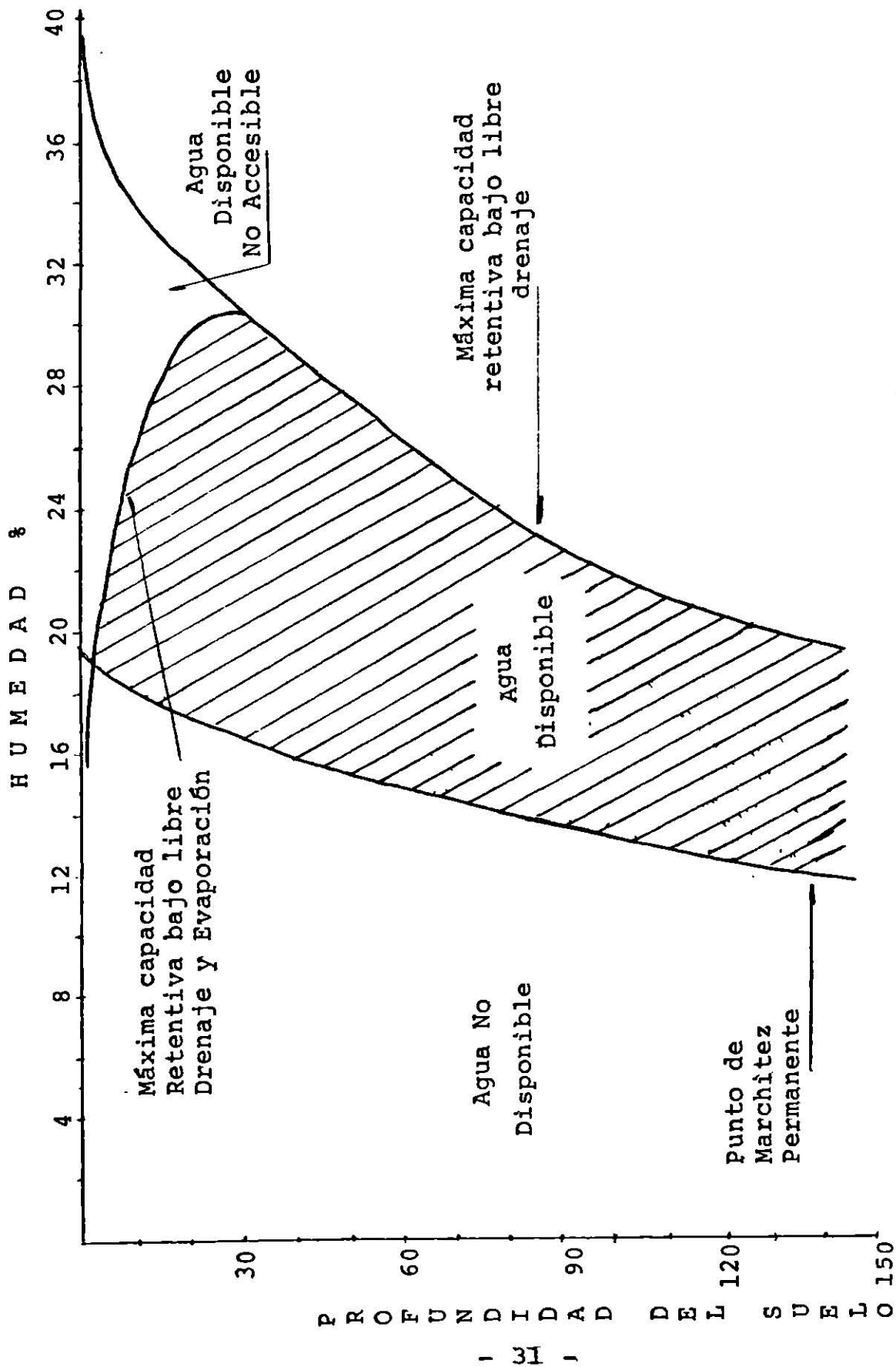


FIGURA No 2.-
 CAPACIDAD DE CAMPO, PUNTO DE MARCHITEZ
 PERMANENTE Y CONTENIDO DE AGUA DISPONIBLE
 ACCESIBLE, AGUA DISPONIBLE NO ACCESIBLE Y
 AGUA NO DISPONIBLE DEL SUELO.

vial y temperatura media diaria durante el ciclo del cultivo (Tabla No 9), datos proporcionados por la Estación Meteorológica instalada en el Campo Agrícola Experimental que el ITESM tiene en Apodaca, N.L. y localizado a 500 metros del sitio del experimento.

TABLA No 9.- VALORES DE LA TEMPERATURA MEDIA DIARIA Y LA PRECIPITACION PLUVIAL DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

PERIODO DEL MUESTREO	TEMPERATURA MEDIA DIARIA °C	PRECIPITACION PLUVIAL mm.
25 - 30 Jul.	27.5	0
30 - 6 Ago.	24.5	27.0
6 - 11 Ago.	24.8	2.5
11 - 16 Ago.	24.6	2.0
16 - 21 Ago.	24.3	0
21 - 26 Ago.	24.6	0
26 - 31 Ago.	24.6	21.4
31 - 5 Sep.	26.2	0
5 - 10 Sep.	25.9	0
10 - 15 Sep.	26.3	59.9
15 - 25 Sep.	24.2	143.5
25 - 30 Sep.	22.8	9.0
30 - 5 Oct.	27.0	0
5 - 10 Oct.	26.0	0
10 - 18 Oct.	22.2	67.9
18 - 23 Oct.	20.1	0
	TOTAL =	333.2

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los valores para la producción de grano x Ha (a 0% de humedad) para cada uno de los tratamientos estudiados y su significancia según Duncan (5%) se muestran en la tabla No 10.

TABLA No 10.- PRODUCCION DE GRANO (Kg/Ha a 0 % de humedad) OBTENIDA EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS. 1/

TRATAMIENTO DE FERTILIZACION	NIVELES DE HUMEDAD		
	H1	H2	H3
F 1 0- 0-0	3557 (c)	4916 (d)	4027(d)
F 2 50-40-0	3698 (b)	5115 (c)	4228(c)
F 3 100-40-0	3829 (a)	5355 (b)	4415(b)
F 4 150-40-0	3892 (a)	5610 (a)	4581(a)

1/ Para cada columna las medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 0.05 (Duncan). Para cada hilera (comparativos de humedad) todas las medias son diferentes entre sí, al nivel 0.05 (Duncan).

Del análisis realizado a la producción obtenida se deduce lo siguiente:

1.- Sí hubo respuesta significativa a los diferentes niveles de fertilización a excepción del tratamiento F4 que en el nivel H1 fue igual a F3.

2.- Sí hubo respuesta significativa en cada nivel de humedad.

3.- Sí hubo respuesta significativa a la interacción Fertilización-Humedad.

En la figura No 3 se hace una comparación de la interacción existente entre Fertilización-Humedad y Humedad-Fertilización en base a los rendimientos obtenidos, esto con la finalidad de analizar gráficamente los resultados para determinar los mejores tratamientos y los puntos de variación, así como sus causas.

Analizando los resultados de la figura No 3 tenemos que los rendimientos varían en forma positiva y negativa para cada tratamiento de fertilización, cuando la variante es la humedad; aumentaron los rendimientos al aumentar la humedad hasta cierto nivel, para después desplomarse al seguir aumentando la humedad, en cambio, cuando la constante fué humedad, los rendimientos aumentaron invariablemente a cada incremento de fertilizante.

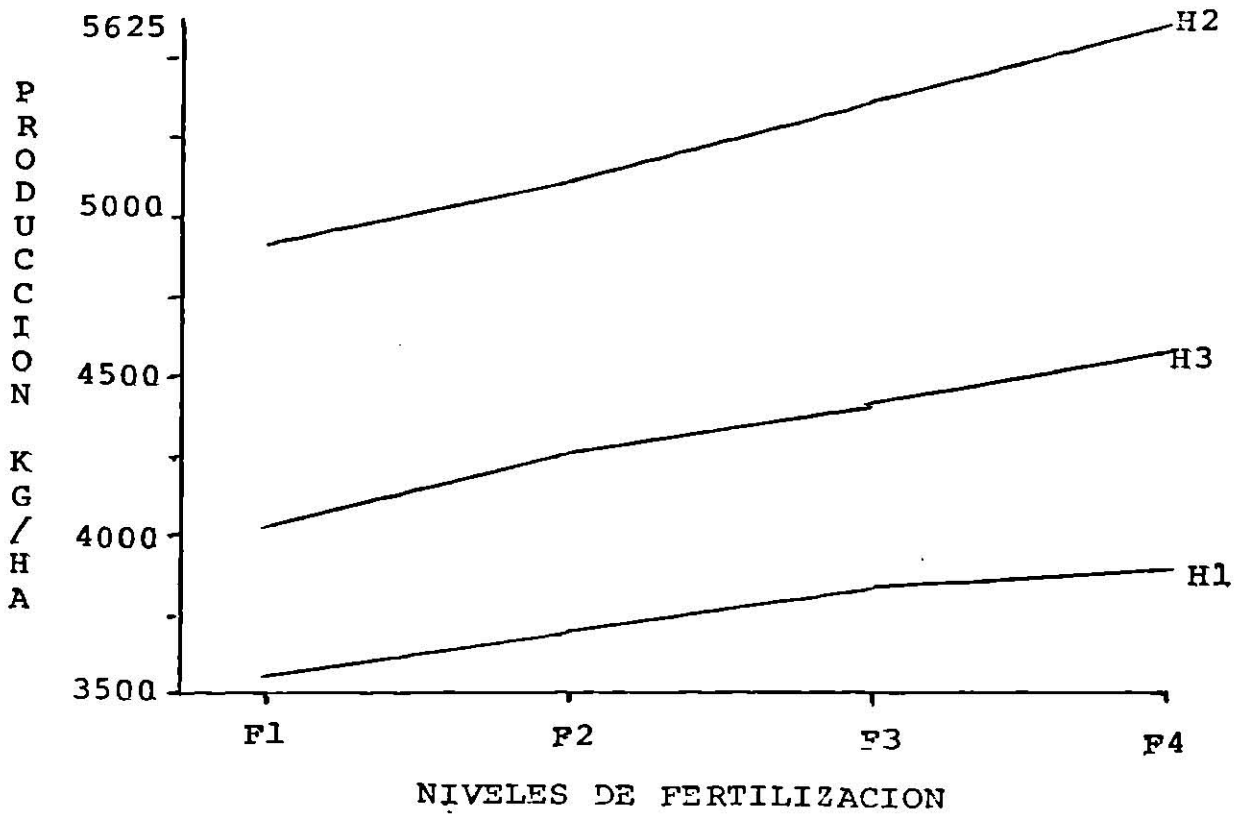
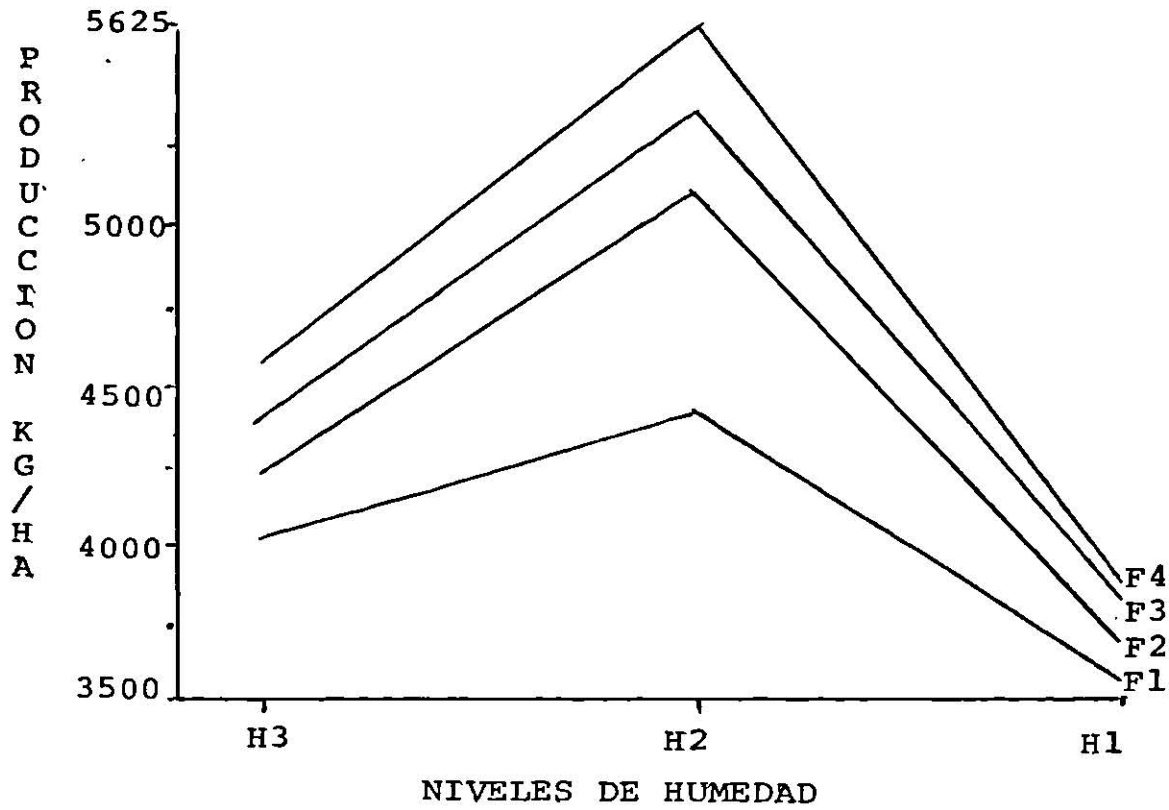


FIGURA No 3. REPRESENTACION GRAFICA DE LA INTERACCION HUMEDAD-FERTILIZANTES, FERTILIZANTES-HUMEDAD EN BASE A LA PRODUCCION OBTENIDA.

Considerando que el uso consuntivo total es la suma de pequeñas porciones de agua evapotranspirada de los estratos explorados por las raíces, fué posible obtener en cada tratamiento y para cada 10 cm de suelo, el agua disponible consumida durante el desarrollo del cultivo (Tabla No 11), así como también se obtuvo la evapotranspiración potencial y la real para dicho cultivo en las distintas etapas de su ciclo vegetativo (Tabla No 12).

TABLA No 11. - AGUA DISPONIBLE ABATIDA POR EL CULTIVO EN CADA TRATAMIENTO Y PARA CADA 10 cm DE PROFUNDIDAD.

Profundidad (cm)	Agua disponible Consumida (cm)		
	t r a t a m i e n t o		
	H1	H2	H3
0 - 10	9.01	8.09	5.24
10 - 20	7.63	6.41	4.70
20 - 30	7.15	5.38	4.35
30 - 40	4.29	3.63	3.20
40 - 50	2.83	3.22	2.92
50 - 60	1.72	2.00	2.76
60 - 70	1.43	1.47	2.50
70 - 80	1.40	1.35	2.01
80 - 90	1.10	1.20	1.45
90 - 100	.97	.96	1.31
100 - 110	.74	.57	.81
110 - 120	.30	.44	.60
TOTAL=	<u>38.57</u>	<u>34.72</u>	<u>31.85</u>

TABLA No 12.- VALORES DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL Y REAL OBTENIDA PARA DISTINTOS PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO.

PERIODO ANALIZADO	E T Pot. Diaria mm	E T Real Diaria mm		
		H1	H2	H3
25 - 30 Jul.	2.94	2.781	2.781	2.781
30 - 6 Ago.	3.50	2.781	2.781	2.781
6 - 11 Ago.	3.80	1.659	1.659	1.659
11 - 16 Ago.	4.37	3.100	3.100	3.100
16 - 21 Ago.	5.08	2.570	2.570	2.570
21 - 26 Ago.	5.79	9.020*	5.740	5.740
26 - 31 Ago.	6.07	5.309	4.281	4.281
31 - 5 Sep.	6.24	6.321*	6.159*	4.079
5 - 10 Sep.	6.37	4.898	4.722	5.300
10 - 15 Sep.	5.94	5.640	4.938	4.740
15 - 25 Sep.	5.79	4.860	4.380	3.959
25 - 30 Sep.	4.86	3.080	3.200	2.861
30 - 5 Oct.	4.74	4.969	5.559	4.508
5 - 10 Oct.	4.58	4.679	4.561	4.319
10 - 18 Oct.	3.79	4.062	3.062	2.725
18 - 23 Oct.	3.42	3.623	3.221	4.844
T O T A L =	433.72	385.7	347.2	318.5
PROMEDIO DIARIO=	4.82	4.28	3.85	3.53

* Aplicacion de Riego.

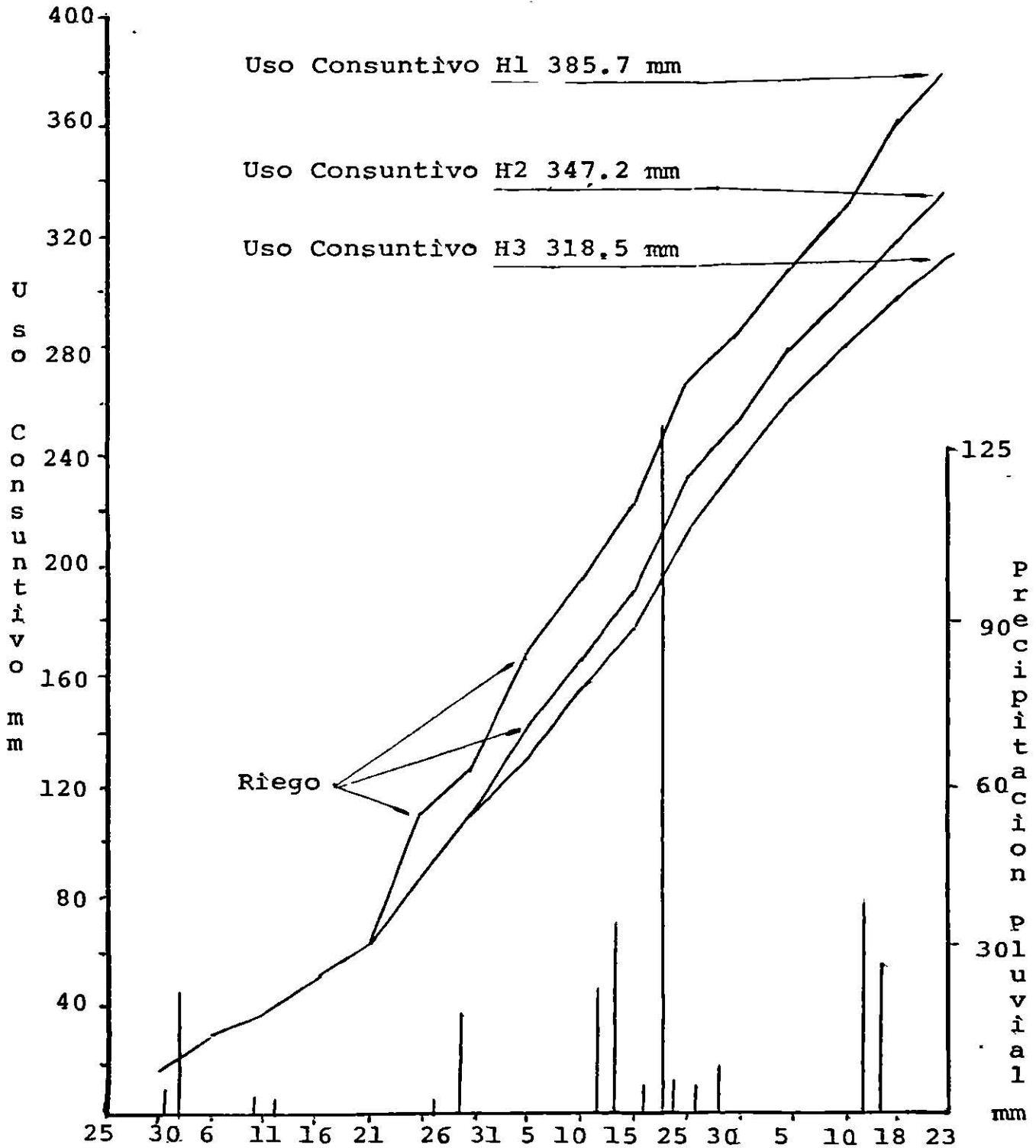
Con estos datos se procedió a analizar el uso consuntivo por cada estrato de suelo de 30 cm y obtener el porcentaje de agua consumido en cada uno de ellos (Tabla No 13).

TABLA No 13.- USOS CONSUNTIVOS EXPRESADOS EN CM Y PORCENTAJES PARA CADA 30 CM DE SUELO.

Profundidad (cm)	T r a t a m i e n t o							
	H1		H2		H3			
	cm	%	cm	%	cm	%		
0 - 30	23.79	62	19.88	57	14.29	44		
30 - 60	8.84	23	8.85	25	8.88	28		
60 - 90	3.93	10	4.02	12	5.96	19		
90 - 120	2.01	5	1.97	6	2.72	9		
T O T A L =	<u>38.57</u>	<u>100</u>	<u>34.72</u>	<u>100</u>	<u>31.85</u>	<u>100</u>		

En la figura No 4 se grafican los usos consuntivos de los tres tratamientos estudiados, observando que en H2 la línea se mantiene con aumentos constantes, mientras que en H1 tiene incrementos que alteran en mayor proporción la línea y en H3 se observa un ligero decremento en el uso consuntivo al final del ciclo,

En la figura No 5 se puede observar el porcentaje de humedad extraído por cada tratamiento en los distintos estratos del suelo.



CICLO 25 DE JULIO - 23 DE OCTUBRE

FIGURA No 4. - USO CONSUNTIVO DE CADA TRATAMIENTO DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO Y PRECIPITACION PLUVIAL.

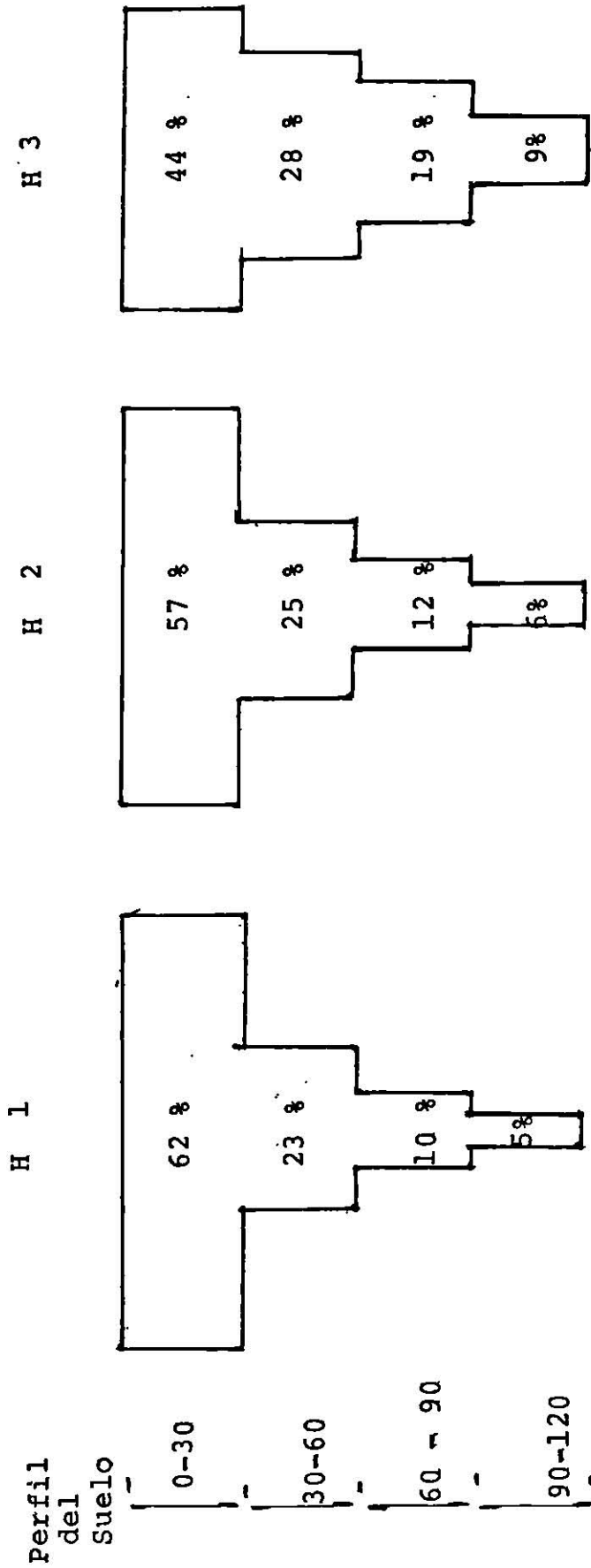


FIGURA NO 5.
 PATRONES DE EXTRACCION EN % DE TRES
 TRATAMIENTOS DE HUMEDAD EN EL CULTIVO DE
 MAIZ EN LOS ESTRATOS DE SUELO EXPLORADO
 POR LAS RAICES.

CONCLUSIONES

Sí existe interrelación entre humedad y fertilización por lo que se deduce que siempre es necesario considerar ambos factores en los estudios de productividad.

En el tratamiento más húmedo (H 1) se observó una menor respuesta a los fertilizantes, siendo además en el que se obtuvo menor rendimiento, por lo que se considera que la mayor humedad afectó en forma negativa los rendimientos, estimando que la probabilidad es que la humedad lixivió a estratos más profundos los nutrientes.

En el nivel de humedad H 2 fué donde se obtuvieron mejores rendimientos, siendo el óptimo H2 F4, por lo que para este estudio la recomendación sería aplicar un riego de auxilio al cultivo a los 40 días de sembrado, con una dosis de fertilización de 150-40-0

Al analizar los usos consuntivos del cultivo en los estratos de 30 a 120 cm se observó que el tratamiento más seco tuvo un uso consuntivo de 17.56 cm (56 % del total utilizado), mientras que en el más húmedo el uso consuntivo en ese mismo horizonte fué de 14.78 cm (38 % del total utilizado). El mayor consumo realizado en este estrato por el tra-

tamiento más seco se debe a que las raíces de las plantas exploran mayor profundidad de suelo cuando sufren escasez de humedad, que cuando ésta es abundante en los primeros estratos.

La importancia del uso consuntivo estriba en los primeros 30 cm de suelo, porque en este horizonte es donde se evapotranspira la mayor cantidad de agua; en los tratamientos estudiados el H1 consumió 23.79 cm (62 % del total utilizado) el H2 19.88 cm (57 % del total utilizado) y el H3 14.29 cm (44 % del total utilizado); de donde se deduce la importancia que tiene este perfil del suelo para un adecuado control en humedad, fertilización y labores culturales.

Si tomamos únicamente el perfil de suelo de 15 a 45 cm, debemos mencionar que es el más importante en cuanto a agua disponible aprovechable se refiere, porque es donde se encuentran el mayor porcentaje de raíces del cultivo y además este estrato no es afectado significativamente por el calor de la atmósfera, ni por el viento, factores que intervienen en la evaporación.

Un control adecuado de humedad es de máxima importancia, ya que exceso o escasez influyen negativamente en la

fertilidad del suelo y por ende en los rendimientos de los cultivos.

Cuando se tomó como constante los niveles de fertilización y como variante los niveles de humedad, se observó que en todos los casos la producción del cultivo aumentó al aumentar la humedad disponible del suelo, pero este aumento en producción llegó a un límite en H2 para después decrecer en forma drástica al seguir aumentando la humedad H1; cuando la constante fue los niveles de humedad y la variante los niveles de fertilización, los rendimientos aumentaron en todos los casos en forma constante al ir aumentando las dosis de fertilizante (Figura No 3). En el primer caso es lógico mencionar que de seguir aumentando la humedad, ésta afectaría en forma negativa el cultivo, pero en el segundo caso en todos los niveles se mantuvo el aumento de la producción por lo que se deduce que podría haber aumentos significativos de producción al aumentar solamente el factor fertilización, lógicamente esto sería en el nivel de humedad H2.

Para complementar el presente estudio se recomienda realizar otro experimento similar, pero midiendo exactamente el agua proporcionada al cultivo, para evitar aplicar el riego con una lámina mayor a la requerida para volver a capacidad de campo el terreno y evitar la pérdida de agua por drenaje y posiblemente la lixiviación de algunos nutrientes y fertilizantes; en este trabajo no fue posible realizarlo por

limitaciones económicas y físicas.

Además, es importante realizar estudios con mayores densidades de plantas y mayores dosis de fertilizantes porque son variantes que influyen directamente en los rendimientos.

Contando con la resultante de mejor densidad de plantas y mejor dosis de fertilización, es indispensable optimizar el agua de riego, el recurso más importante y de mayor limitación que hay en nuestro país, haciendo para esto un estudio donde usando el mejor resultado de densidad y fertilización se determine el óptimo mínimo necesario de agua requerida y en que etapas aplicarla para la mejor conversión agua-productividad.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- Aldrich, S. R. y E. R. Leng, 1965. Modern Corn Production. The Farm Quarterly, Pag. 169-192.
- 2.- Anónimo, 1968. Necesidades de agua de los Cultivos y eficiencia en el Riego. Agricultura de las Américas. Vol. 17 Nos 4 y 5.
- 3.- Anónimo, 1973. La Irrigación Paga Bien. Agricultural Chemicals Division, Agricultura de las Américas, Vol.22 No.8.
- 4.- Blaney, H. F. y W. D. Criddle, 1951. Determinación de las necesidades de Agua de las Zonas de Riego por medio de datos climatológicos y de riego. SRH Memorandum Técnico No.59 (Traducción y adaptación de J.M. de la Loma) Pag. 1-19 , México.
- 5.- Buckman y Brady, Naturaleza y Propiedades de los Suelos, UTHEA, Mex. 1966.
- 6.- Burton, G. W., G.M. Prince y J.E. Jackson, 1957. Studies of Droughth Tolerance and water use of several Southern grasses. Agronomy Journal 49:498-503.

- 7.- Curry, A.S., Results of Irrigation Treatments on Alcala Cotton Growth in the Mesilla Valley, New Mexico, Agr. Exp. Sta. of the New Mexico College of Agriculture, New Mexico Bull 220, 1934.
- 8.- Denmead, O.T. y R.H. Shaw, 1960. The effect of soil Moisture stress at different stages of Corn Agron. Journal 52:272-274.
- 9.- Doos B.D., D.A. Ashley y O.L. Bennett, 1964. Effect of Moisture Regime and stage of plant Growth on Moisture Use by cotton solscie 98:156-161.
- 10.- Doos B.D., O.L. Bennett y D.A. Ashley, 1964. Moisture Use by forgare species as related to pan evaporation an net radiation soil scie. 98: 322-327.
- 11.- Erie, L.J., O.F. French y K. Harris, 1968. Consumptive Use of water by crops in Arizona, Agr. Exp. Sta. Bull
- 12.- Gavande, S.A., 1972, Física de los suelos. Principios y Aplicaciones, Limusa Wiley, S.A. Pag. 125, Mexico.
- 13.- Hagen R.M., Vadia y M.B. Rusell, 1959. Interpretation of plan response to soil moisture regime Adv. in Agr. XI: 77-104.

- 14.- Haise, H.R. y F.G. Viets, 1957. Water requeriments as Influenced by fertilizer use trans. Third Congr. of Int. Comm. on Irrigation and drainage 9: 497-508
- 15.- Hernández G.R. y J.R. Laird, 1958. Efectos de la Sequía durante el espigamiento en maíz fertilizado con diferentes cantidades de nitrógeno. Folleto técnico No.30, S.A. G., México.
- 16.- Hernandez G.R. Y J.R. Laird, 1958. La humedad del suelo en la primera parte del ciclo en relación al rendimiento del maíz, O.E.E. SAG, Folleto Técnico No.33, Pag.1-16, México.
- 17.- Israelsen W. Orsan y Hansen E.V., Principios y aplicaciones del riego, Traducción, Editorial Reverte, S.A., Barcelona, 1973.
- 18.- Julio A. Llosa, 1969, Riego y Drenaje, Enciclopedia Práctica W.M. Jackson Inc. Editores, Tomo I, Pag.202-205 México.
- 19.- King, H.W. Manual de Hidráulica, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- 20.- Macías Q.J., 1968, La importancia de la Irrigación en el maíz (Zea Mays L) en función de su estado de desarrollo,

- 21.- Myers, V.I. 1966, Water Conservation Research for Limited irrigation water supplies soil water conservation research Division, ARS, U.S. Department of Agriculture.
- 22.- Narro E.F., 1970 Relación de cuatro niveles de humedad con cuatro niveles nitrogenados en el cultivo de trigo en Apodaca, N.L., Tesis ITESM.
- 23.- Pissani Zuñiga, J.F., Curso "Uso, Manejo y Conservación del Suelo y Agua", 1973.
- 24.- Power J.F, y D.Evans, 1969 Influencia de los factores del suelo sobre las necesidades de agua de los cultivos, SRH, Memorandum Técnico No. 266 (Traducción de J.M. de la Loma) Pag. 1-11, México.
- 25.- Robins J.C. y C.E. Domingo, 1953, Some Effect of soil moisture stress at different stage of growth of the development and yield of corn. Agronomy Journal 52:272-274.
- 26.- Scarsbrook, C.E., Et al management of irrigated cotton Agr. Sta. Auburn University, Auburn Ala., Bull 332, 1961
- 27.- Servicio de Conservación de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Manual de

Ingeniería de Suelos, sección 15, Riego, Medición del agua de riego, Tomo No. 5 Editorial Diana, México, 1972.

28.- Tanner C.B. y E. R. Leman, 1962. Radian Energy Utilized in Evapotranspiration, Agronomy Journal 54: 207-212.

29.- Trueba C.S., Hidráulica, Editorial de Libros Técnicos Avance, 430, 1974.

30.- Vega Gutiérrez, J.D. , Resúmenes de Investigación en Uso y Manejo de Agua, 1984. ITESM,

