

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



LOS COEFICIENTES HIDRICOS Y EL VALOR  
PRACTICO QUE TIENEN EN EL RIEGO.

TRABAJO PRACTICO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

MARTIN GARZA MARTINEZ

MONTERREY, N. L.

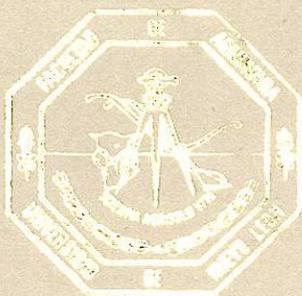
NOVIEMBRE DE 1980

T  
S593  
G372  
c.1



1080062442

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



AUDITORIA  
U. A. N. L.

LOS COEFICIENTES HIDRICOS Y EL VALOR  
PRACTICO QUE TIENEN EN EL RIEGO.

TRABAJO PRACTICO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
MARTIN GARZA MARTINEZ

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1980

000265 *GM*

T  
5593  
G372



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad  
F. Tesis



BURAU RANGAI FILSA  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

040.631

FA1

1980

c. 5

## INDICE

	PAG.
I.- Introducción . . . . .	1
II.- Literatura Revisada . . . . .	3
I.- Capacidad de Campo . . . . .	3
1.A.- Factores que afectan Capacidad de - Campo. . . . .	4
1.B.- Métodos para determinar Capacidad - de Campo. . . . .	9
2.- Punto de Marchitez Permanente . . . . .	11
2.A.- Factores que afectan el punto de -- Marchitez Permanente. . . . .	13
2.B.- Métodos para determinar el punto de Marchitez Permanente. . . . .	17
3.- Densidad Aparente. . . . .	19
3.A.- Métodos para determinar, densidad - aparente. . . . .	20
4.- Lámina de Agua disponible . . . . .	21
III.- Materiales y Métodos . . . . .	22
IV.- Resultados. . . . .	25
V.- Discusión . . . . .	30
VI.- Conclusiones y Recomendaciones . . . . .	34
VII.- Resumen . . . . .	35
VIII.- Bibliografía. . . . .	36

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	Nomograma para determinar la capacidad de campo en función de los porcentajes de arcilla, limo y arena. . . . .	12
2	Curvas de suministro de humedad en - - tres capas de suelo. . . . .	14
3	Curvas características de humedad. . .	14
4	Curvas del contenido de humedo, correspondiente a Capacidad de Campo, Coeficiente de Marchitez y la Humedad Disponible. . . . .	27
5	Nomograma para calcular la lamina por aplicar a un suelo para humedecerlo a C.C. hasta una profundidad propuesta.	29

## INDICE DE TABLAS

TABLA		PAG.
1	Resultados de la determinación de textura de un suelo del Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L., perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. . . . .	25
2	Resultados obtenidos en la determinación de Capacidad de Campo, punto de Marchitez permanente y densidad aparente de un suelo del - campo agrícola experimental de Marín, N.L., - perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. . . .	26
3	Resumen de las propiedades físicas de un suelo	33

## INTRODUCCION

El agua es uno de los elementos esenciales para la vida, por lo tanto es necesario aprovecharla en la forma más correcta y eficiente.

El agua es la clave para un buen desarrollo de las plantas tanto en climas aridos, como en los humedos, es esencial el agua en la cantidad correcta, en el tiempo adecuado y en la forma más eficiente.

La relación entre suelo - planta - agua, esta íntimamente ligada a los coeficientes hidricos de un suelo, pues una planta necesita tener una relación adecuada de agua, así como estar localizada en el suelo optimo para un buen desarrollo.

Los coeficientes hidricos de un suelo pueden ser alterados por muy diversos factores, tanto del agua, o del clima, como por los mismos componentes del suelo y conociendolos y sabiendo sus efectos, se pueden acondicionarlos para obtener lo mejor de estos factores y mejorar estos coeficientes del suelo.

La capacidad de campo (C.C.) y el Punto de Marchitez Permanente (P.M.P.) son los coeficientes hidricos de los suelos que a la vez relacionados con la densidad aparente (D.A.) y la Profundidad radicular del cultivo (P.r.), afectan la cantidad de humedad de que pueden disponer las plantas.

Estos coeficientes hidricos se ven afectados por diversos factores, que a la vez son los indicadores de cuanto y cuando es necesario un riego, para que las plantas se desarrollen lo mejor posible.

El objetivo principal de este trabajo es determinar los coeficientes hidricos de un suelo y como varian de acuerdo a las características físicas de los suelos.

## LITERATURA REVISADA

### I.- Capacidad de Campo.

Dentro de los coeficientes hidricos el valor de capacidad de Campo de un suelo, se define como el mayor porcentaje de humedad que un suelo saturado puede retener des pues de la eliminación del agua gravitacional.

El punto de marchitamiento permanente, es el porcen taje de humedad cuando las plantas se marchitan y son inca paces de recuperarse en una atmosfera saturada de humedad.

La lamina de agua disponible es la cantidad de agua comprendida entre los valores de Capacidad de Campo y Pun to de Marchitez Permanente.

El suelo que tienen bajo valor de Capacidad de Campo debido a que almacenan poca humedad, será necesario aplicar riesgos más frecuentes y con lamina de riego más ligera.

Puede ser perjudicial aplicar agua en exceso a un -- suelo pues se pueden lixiviar los nutrientes, así como au-- mentar la salinidad, o elevar el nivel freatico no apto pa-- ra cultivos.

Hay suelos que tienen un valor alto de Capacidad de Campo pero también poseen un Punto de Marchitez Permanente muy alto y en estos suelos es necesario aplicar las minas muy pesadas de agua para poder que el suelo llegue a su Capacidad de Campo.

Debido a estas variaciones en los suelos es necesario conocer mejor estos coeficientes y hacer un uso más adecuado del agua y con estos que las plantas se desarrollen mejor, proporcionándoles la humedad cuando la necesiten y en la cantidad que la ocupen (4,5,6,7).

1.a.- Factores que afectan Capacidad de Campo.

1.a.1.- Textura.- Se define como la proporción relativa de varios grupos de partículas minerales de un suelo,

Los diferentes tamaños de estas partículas los podemos dividir así: de 0.05 a 1 mm. arenas, de 0.05 a 0.002 mm. limos y menores de 0.002 mm. las arcillas. Los suelos que tienen alto contenido de arenas se denominan arenosos, si predominan las arcillas son arcillosos y los de proporciones semejantes de los tres tipos de partículas son los francos.

La textura influye en los movimientos de agua, en la circulación del aire, en la velocidad de transformaciones químicas y más directamente en la cantidad de espacios porosos.

En un suelo de textura arenosa el porcentaje de espacios porosos es menor, mientras en una textura arcillosa el porcentaje de espacios porosos es mayor.

El valor de Capacidad de Campo en un suelo es proporcional al porcentaje de espacios porosos.

En cuanto al tamaño de partícula actúa inversamente, a mayor tamaño de partícula, será menor el valor de Capacidad de Campo del suelo (2,4,5).

1.a.2.- Estructura.- Es la agregación aparente ó disposición de los sólidos del suelo.

Esta cualidad de los suelos influye directamente - en el movimiento del agua, en la transferencia de calor, en la aeración, porosidad y densidad aparente, por lo -- que cada tipo de estructura tendrá variación en estas características físicas de los suelos.

Existen diversos tipos de estructuras, como la laminar, la prismática, esferoidal, en forma de bloque, aparte de otros tipos.

Para un suelo agrícola la más adecuada estructura - es la esferoidal, por tener buenas condiciones físicas para que se desarrollen las plantas (2,4,5).

1.a.3.- Materia Orgánica.- Puede ser estiercoles ó residuos vegetales, en estado de descomposición, ó bién ya transformados a humus.

Durante el proceso de putrefacción de la Materia Orgánica del suelo se desarrollan sustancias filamentosas y - subproductos gelatinosos de la acción microbiana formando - agregados coloidales los cuáles hacen variar la textura del suelo, pues las arcillas y arenas toman cualidades de los - limos.

La Materia Orgánica ejerce una fuerza cohesionante de las partículas del suelo formando unos debiles agregados en los que aumenta la cantidad de poros y por esto el suelo retiene mayor cantidad de agua ó sea que aumenta la Capacidad de Campo del suelo (2,3).

1.a.4.- Temperatura del suelo.- Este factor no afecta directamente a un suelo en cuanto a Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente, pero si la cantidad de agua disponible para las plantas.

La regulación de la humedad en el suelo es una forma de controlar la temperatura de este.

Debido a esto la influencia de la temperatura en la disponibilidad de agua es mínima en suelos con suficiente humedad.

Para suelos con baja humedad la influencia en la disponibilidad del agua si le afecta la baja temperatura.

Solo las bajas temperaturas disminuyen la disponibilidad del agua.

A temperaturas bajas la viscosidad del agua aumenta y esto inhibe ó retarda la absorción del agua por las plantas.

La influencia de la temperatura es distinta en diferentes tipos de suelos y en diversos contenidos de humedad (2,8).

1.a.5.- Salinidad.- La fuerza con que el agua se mueve a través de una membrana de una solución de baja a una de alta concentración de sales se le llama presión osmótica y se mide en atmosferas.

En un suelo con alta concentración de sales el suelo ejerce una presión osmótica que no deja extraerle la humedad, solamente que la planta ejerza sobre el suelo una fuerza ó tensión mayor a la del suelo.

En una solución salina del suelo la humedad disponible se reduce considerablemente por lo que retarda la captación del agua por las plantas y estas no se desarrollan normalmente.

Un suelo salino inhibe el aprovechamiento de unos elementos nutrientes, aparte de otros efectos negativos para los cultivos (2,3,4).

1.a.6.- Compactación.- Este factor esta muy ligado a como varia la profundidad de un suelo.

Debido al peso va aumentando en cada capa de suelo.

La compactación del suelo hace que aumente la densidad aparente al suelo y por lo tanto va disminuyendo el porcentaje de espacios porosos.

La cantidad de agua disponible va disminuyendo al aumentar la profundidad del suelo (5).

1.B.- Metodos para determinar Capacidad de Campo.

1.b.1.- Metodo directo ó de campo.- Se puede determinar después de que un terreno haya quedado saturado ya sea por lluvia ó por riego cubriéndole una area - para evitar evaporación y tomar contenidos de humedad al terminar de drenar.

Cuando la curva del porcentaje de humedad con respecto al tiempo deja de tener mucha variación, se dice - que el suelo ha dejado de drenar y a llegado a su Capacidad de Campo.

Las determinaciones se pueden hacer cada 12 ó 24 horas y la humedad se puede medir por distintos metodos como el gravimétrico ó por tensímetros ó por el dispersor de neutrones.

Dependiendo del tipo de suelo, este puede tardarse de 48 a 96 horas en llegar a su Capacidad de Campo -- (4,5,6).

1.b.2.- Metodo de la olla de presión.- Este metodo consiste en poner en una olla de presión a 0.3 atms. las muestras de suelo saturadas para extraerles la humedad excedente. El tiempo de permanecer en la olla varia de acuerdo al tipo de suelo de 24 a 48 horas ó más, este punto se determina cuando ya no sale agua excedente de la olla.

Hay suelos arenosos en que se ha concluido que a -- 0.06 atms. ha llegado a Capacidad de Campo y también en -- suelos arcillosos que a 0.6 atms. llega a Capacidad de -- Campo.

Existen diferencias en cuanto a la presión a la que un suelo ha llegado a la Capacidad de Campo, se calcula -- entre 0.1 y 0.7 atms. y dividido esto se a tomado 0.3 -- atms. por ser la tensión a la que retienen el agua los -- suelos de textura media (1,2).

1.b.3.- Metodo de la columna de suelo.- En un tubo de cristal de 2.5 cms. de diametro por 30 cms. de largo, se coloca una columna de suelo con unos 200 a 300 grs. de suelo algo compactado y se le aplica una columna de -- agua de 20 a 30 ml. y se deja que se sumerga todo el lí- quido.

De la columna de suelo humedo se divide en tres partes y la parte central se considera que esta a Capacidad de Campo. (8).

1.b.4.- El valor de Humedad Equivalente.- El contenido de una muestra de suelo saturado a la que se somete a los efectos de una fuerza centrífuga equivalente a 1,000 veces la gravedad durante 30 minutos, acelerando durante 5 minutos y parando de golpe.

Este valor de humedad (Briggs y McLane 1,907), lo consideran igual a la Capacidad de Campo del suelo.

1.b.5.- Nomograma.- Por medio de un nomograma en función de la textura del suelo, de la cantidad de arena, limo y arcilla (6).(Fig. 1).

## 2.- Punto de Marchitamiento Permanente.

El limite mínimo de humedad por debajo del cuál las plantas no pueden extraer agua del suelo para efectuar un desarrollo normal.

Se considera que un suelo a llegado a su Punto de Marchitez Permanente cuando al proporcionarle a una planta una atmosfera saturada de humedad esta no se restablece.

# NOMOGRAMA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CAMPO EN FUNCION DE LOS PORCENTAJES DE ARCILLA, LIMO Y ARENA.

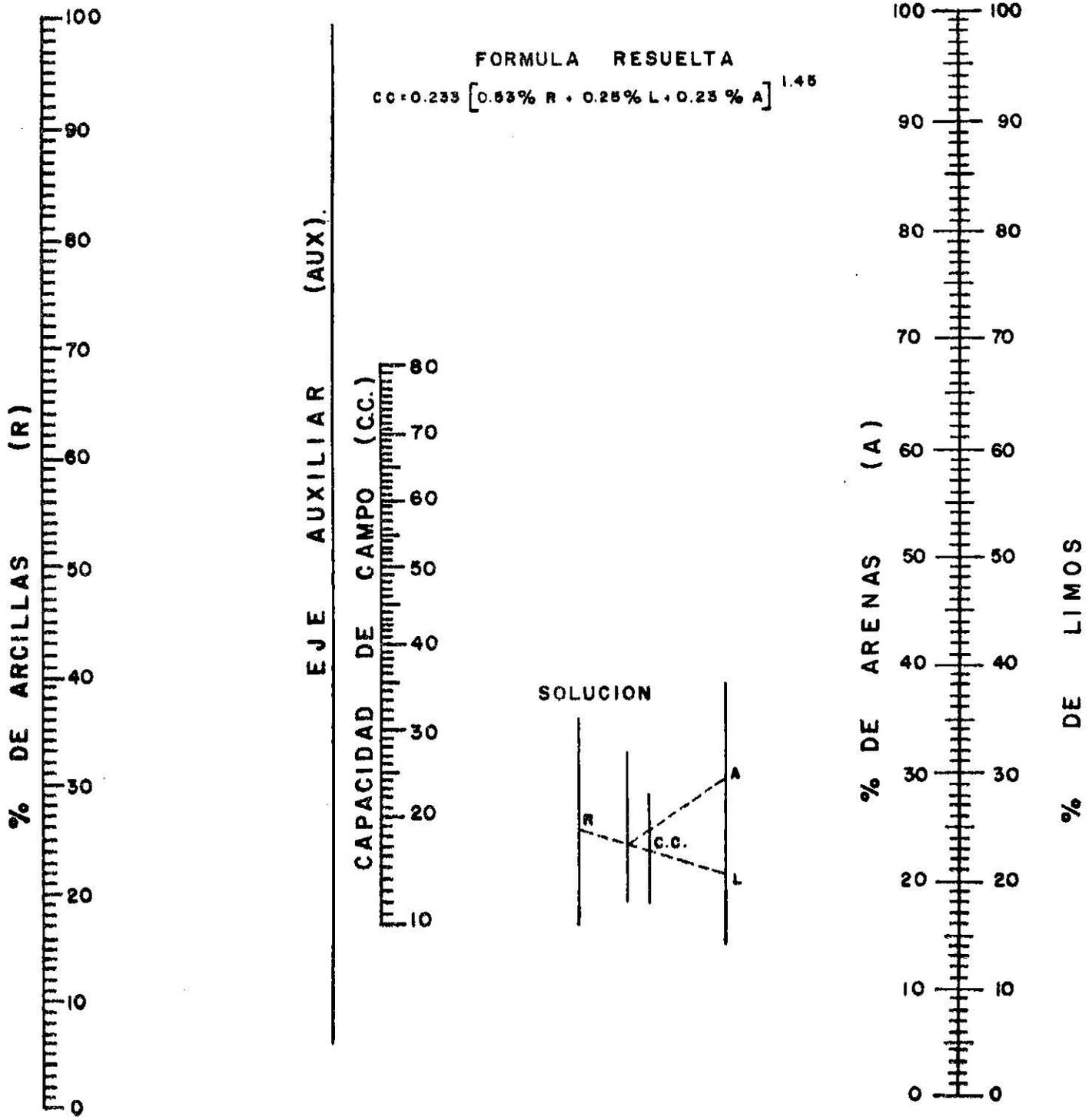


FIGURA.- I

Las tensiones entre las que se produce el marchitamiento permanente se encuentra entre 7 y 40 atms. de acuerdo al suelo y al tipo de planta. Se considera a 15 atms. para todos los suelos, debido a que de este punto en adelante al aumentar grandes tensiones las variaciones de humedad son mínimas. (Figs. 2 y 3).

Todos los cultivos tienen períodos de mayores necesidades hidricas, que generalmente es en floración y si en este estado el suelo llega cerca de Punto de Marchitez Permanente aunque unos días después se le aplique agua nuevamente, los rendimientos pueden disminuir hasta en un 50% (2,4,5,7).

## 2.A.- Factores que afectan Punto de Marchitez Permanente.

2.a.1.- Textura.- Esta influye directamente en el porcentaje de espacios porosos, entre mayor sea la cantidad de arcillas, será mayor el valor de Punto de Marchitez Permanente, para suelos arenosos este valor será más bajo.

Para suelos arcillosos y arenosos la cantidad de agua disponible es baja, debido a las diferencias entre Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente de cada suelo.

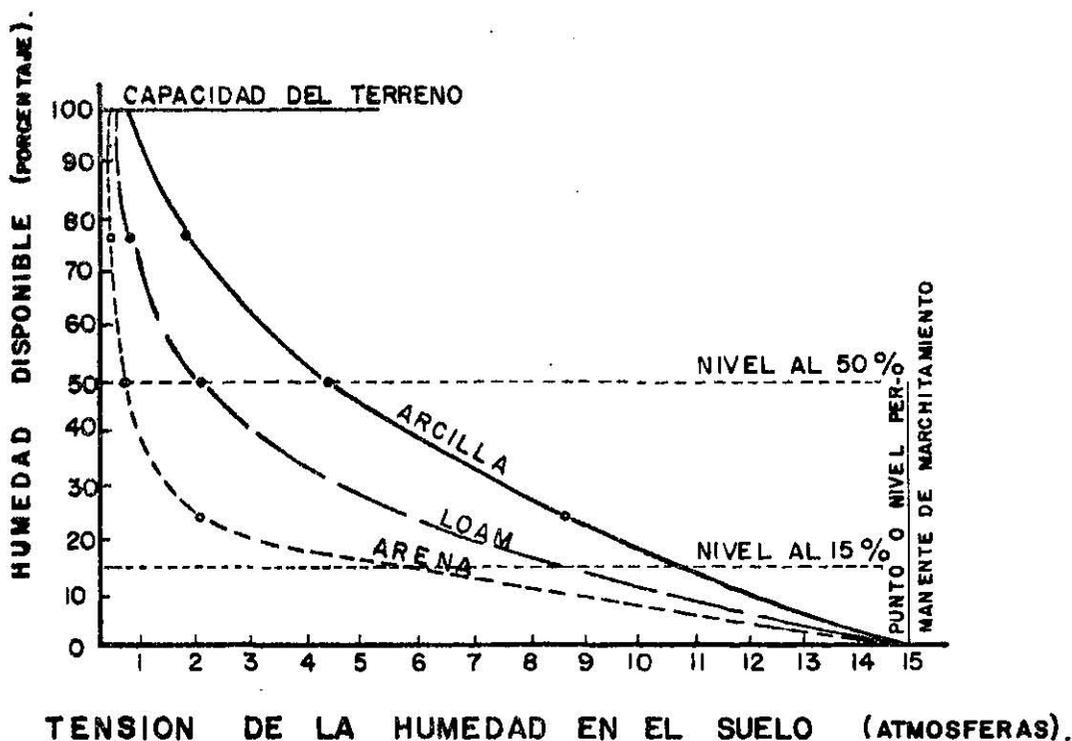


FIGURA 2 .- CURVAS DE SUMINISTRO DE HUMEDAD EN TRES CAPAS DEL SUELO.

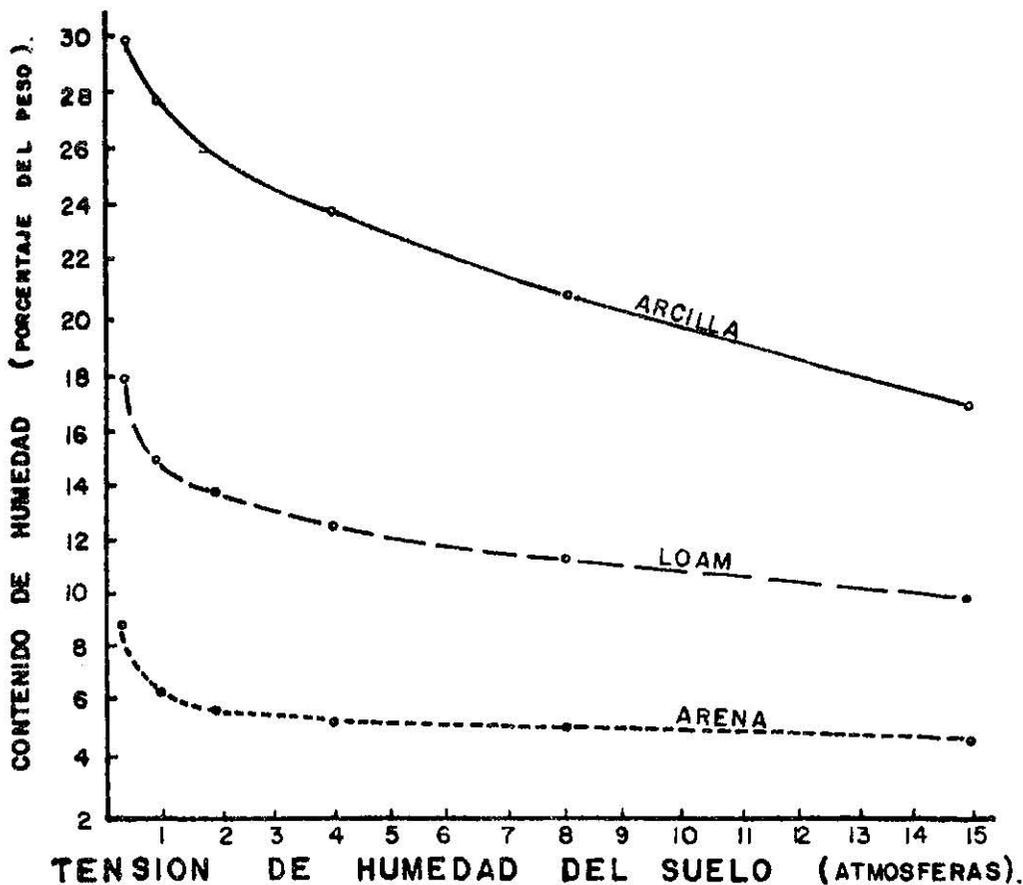


FIGURA 3 .- CURVAS CARACTERISTICAS DE HUMEDAD

Para suelos de textura media, el valor de Capacidad de Campo es algo semejante al de los suelos arcillosos. El valor de Punto de Marchitez Permanente esta -- cerca del valor de los suelos arenosos, entonces estas diferencias de Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente son mayores y hay más agua disponible en estos suelos (2,4,5).

2.a.2.- Materia Orgánica.- Debido a las fuerzas cohesionantes de los debiles agregados del suelo, a las sustancias filamentosas y los subproductos gelatinosos, los suelos aumentan la granulación y deja más porcentaje de espacios porosos.

Los suelos con alto contenido de Materia Orgánica, son más suaves y las plantas pueden absorber el agua más facilmente y el Punto de Marchitez Permanente, es más bajo y aumenta la cantidad de agua disponible.(2,3).

2.a.3.- Temperatura del Suelo.- Las temperaturas bajas del suelo disminuyen la disponibilidad del agua, debido que a temperaturas frias el agua tiene más viscosidad y se inhibe la absorción de agua en las plantas -- (2,8).

2.a.4.- Salinidad.- La presencia de sales en los suelos, tanto de los fertilizantes aplicados como de los componentes naturales, puede influir en la toma de agua por el suelo.

Los efectos de la presión osmótica en la solución del suelo tendrá a reducir el límite de humedad aprovechable, en tales suelos por aumento del coeficiente de marchitez.

Los efectos de la presión osmótica de muchos suelos de regiones húmedas es insignificante, pero en suelos salinos de regiones áridas y semi-áridas es de gran importancia (2,3,4).

2.a.5.- Compactación.- Este factor está muy unido a la profundidad, pues cada capa más profunda disminuyen los espacios porosos del suelo y con esto va disminuyendo la cantidad de agua aprovechable. (5).

2.a.6.- Temperatura y Humedad de Aire.- A temperaturas más altas un cultivo llegará más rápido a su Punto de Marchitez Permanente debido a que el cultivo tendrá más gasto de humedad por evapotranspiración.

Cuando hay más humedad en el ambiente será menor la evapotranspiración y un cultivo tardará más en llegar a su Punto de Marchitez Permanente (7).

2.a.7.- Cultivo.- Cada tipo de cultivo tiene distintas necesidades hídricas, como hay plantas muy susceptibles a la falta de agua hay otras que se desarrollan muy bien con unas cantidades mínimas.

El cultivo del arroz, necesita casi en toda la etapa de su cultivo, estar en un suelo saturado de humedad, mientras que existen otros cultivos que pueden ejercer tensiones hasta 40 atms. para absorber agua y aun así se desarrollan favorablemente (4).

2.B.- Metodos para determinar Punto de Marchitez Permanente

2.b.1.- Membrana de Presión.- Consisten en colocar en una membrana permeable de presión unas muestras de suelo saturado y aplicarles una presión de 15 atms. para desalojarles todo el agua de exceso.

El tiempo que las muestras permanecen en la membrana varia de acuerdo al tipo de suelo, en un tiempo de 24 a 96 hrs.

Cuando ya no drene nada de agua a través de la membrana se dice que el suelo ha llegado a su Punto de Marchitez Permanente. La cantidad de Humedad se calcula por el método gravimétrico (1).

2.b.2.- La planta Indicadora.- Se considera al girasol como una planta que puede dar una estimación aproximada de cuando un suelo ha llegado a su Punto de Marchitez Permanente.

En un bote con unos 500 grms. de suelo tamizado se colocan 3 ó 4 semillas y se le agrega suficiente agua, casi hasta saturación.

Después al nacer las plantas se deja solo una y cuando tenga unos 5 ó 10 cms. se cubre la parte superior para evitar la evaporación. Cuando en la planta se empiecen a marchitar las hojas basales entonces el suelo habrá llegado a Punto de Marchitez Permanente. La cantidad de humedad se obtiene por el método gravimétrico.

2.b.3.- El calculo de Punto de Marchitez Permanente.- Se considerará el 50% de la capacidad de campo del mismo suelo, por ejemplo en un suelo con una Capacidad de Campo de 28% de humedad, el Punto de Marchitez Permanente flucturará alrededor del 14% de humedad (6).

### 3.- Densidad Aparente ó Densidad de Volúmen.

Es el peso por unidad de volúmen de un suelo secado a la estufa que incluye el espacio poroso bajo su estructu ración normal.

Entre más compacto sea un suelo, su densidad apa- - rente aumenta y disminuyen la cantidad de espacios porosos. A una densidad aparente mayor los coeficientes hidricos dis minuyen.

En suelos arcillosos o limo arcillosos la Densidad Aparente puede variar de 1.0 a 1.6 grs./cms<sup>3</sup> y para los - suelos arenosos se pueden encontrar entre 1.2 a 1.8 grs./ cms<sup>3</sup>.

El tipo de estructura de los suelos es un factor - muy importante en la Densidad Aparente.

Las altas cantidades de Materia Orgánica favorecen una Densidad Aparente baja.

El tipo de cultivo y el sistema de labranza también pueden modificar algo la estructura.

La compactación y la profundidad radicular son muy importantes en la Densidad Aparente ( 2,5,8 ).

### 3.A.- Metodos para Determinar Densidad Aparente.

3.a.1.- Volúmen conocido.- La obtención de una muestra de suelo de volúmen conocido, la que se consigue en la practica, introduciendo un tubo de bordes cortantes en el terreno, con el que se obtiene una alma, no compacta en el interior del cilindro, que se somete a secado y después se pesa y se obtienen los gramos por volúmen (5).

3.a.2.- En el nivel del suelo que se desee obtener - una muestra, se extrae una cantidad de suelo la que se somete a secado para obtener su peso. En la parte donde se extrajo el suelo se coloca una bolsa de plástico ó de goma flexible y se determina el volúmen de agua necesario para llenar el mismo volúmen que se extrajo de suelo y así se - obtienen los datos de peso y volúmen (5).

3.a.3.- La Parafina.- Se pesa un terron del suelo donde se desee obtener la Densidad Aparente, este se cubre con una capa de parafina para que no le entre agua al introducirlo en un recipiente con agua y se obtiene el volúmen que desplaza el terron con la parafina. A este valor se le resta el volúmen de la parafina, y se obtendrá el volúmen que ocupa el terron y con el peso del terron ya secado en la estufa se obtiene su peso. ( 1,8, ).

#### 4.- Lámina de Agua Disponible.

La lámina de agua disponible (L.A.D.) se define con la máxima cantidad de agua que puede ser aprovechable por un cultivo. Esta cantidad de agua esta comprendida entre la capacidad de campo (C.C.) y el punto de marchitez permanente (P.M.P.) de un suelo, la cuál se ve afectada por otros factores como son la densidad aparente (.D.A.) del suelo y la Profundidad radicular (P.r.) del cultivo.

La lámina de agua disponible es de mucha utilidad - pues con esta se pueden programar la frecuencia de riegos y el monto de la lámina de riego que el suelo puede retener para evitar aplicar agua en exceso, que no beneficia - en nada el cultivo.

La formula usada para determinar Lámina de Agua - Disponible es la siguiente:

$$L. A. D. = \frac{C.C. - P.M.P.}{100} \times D.A. \times P.r.$$

Donde:

- L.A.D. = Lámina de agua disponible, cms.
- C.C. = Capacidad de Campo %.
- P.M.P. = Punto de marchitez permanente %.
- D.A. = Densidad Aparente, grs./cms<sup>3</sup>.
- P.r. = Profundidad radicular, cms.

## MATERIALES Y METODOS

A continuación se describen los materiales y métodos utilizados para determinar las constantes hídricas de un suelo en el campo agrícola experimental de Marín, N.L. -- perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Olla de Presión

Plato de cerámica.

Tanque de aire a presión.

Recipiente para humedecer las muestras.

Anillos de retención de suelo Húmedo de 1 cm. de alto x 6 cms. de diámetro.

Bureta y soporte.

Estufa de secado.

Membrana de Presión.

Membrana Visking.

Maneral con indicador de presión.

Pipeta.

Barrena de tornillo.

Pala.

Sonda Tipo Uhland.

Espatula.

Hidrómetro.

Probetas de 1,130 Mls.

Batidora eléctrica con vaso metálico.

Agitador manual.

Termómetro de mercurio.

Parrilla eléctrica.

Agitadores de Vidrio.

Vasos de Precipitado.

Probetas de 100 Mls.

Agua Destilada.

Suelo tamizada en una malla de agujeros redondos de 2 mm.

Metodo para determinar Densidad Aparente.

El metodo para esta determinación fué el de la obtención de una muestra de suelo con la sonda tipo Uhland de volumen conocido.

1.- Se cabo un pozo de 90 cms. de profundidad.

2.- Las muestras se extrajeron a los 10, 40, 70 cms. excavando a los lados unos escalones con el propósito de no compactar la parte donde se muestreo. Los cilindros de la sonda se colocan en una tapas y así se introducen en la estufa por unas 24 hrs. hasta cuando ya no varió su peso. Con el peso del suelo y el volúmen que ocuparon las muestras se obtiene la densidad aparente. Las muestras se tomaron a 10,40 y 70 cms. porque están a la mitad de cada capa muestreada ó sea de 0-30, de 30-60 y de 60-90 cms.

Para las otras determinaciones primero se obtuvieron muestras de cada profundidad con la barrena de tornillo, las que se pusieron a secar y luego se tamizaron con una tamiz N° 20 y ya listas las muestras se continuaron las determinaciones.

Determinación de capacidad de campo y Punto de Marchitez Permanente.

Para la determinación de Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente se utilizó el método de la olla y membrana de presión tal como se describe en la literatura revisada.

Determinación de Textura.

Para la determinación de textura se utilizó el método del hidrómetro ( 7 ).

## RESULTADOS

Textura.- Del análisis para obtener las texturas el muestreo en sus tres profundidades se obtuvieron texturas arcillosas. La cantidad de arcilla aumentaba a cada profundidad. La tabla 1 nos muestra los resultados obtenidos.

Tabla 1

Resultado de la determinación de textura de un suelo del Campo Agrícola Experminetal de Marín, N.L., perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Muestra	Prof.cms.	Arcilla	Limo	Arena	Textura
1	0-30	43.6%	32.0%	24.4%	Arcillosa
2	30-60	46.6%	29.0%	24.4%	Arcillosa
3	60-90	48.6%	29.0%	22.4%	Arcillosa

Capacidad de Campo.- El Valor de capacidad de campo disminuyo conforme aumentaba la profundidad tal como se - reporta en la tabla 2.

Punto de marchitamiento.- Al igual que la Capacidad de Campo el Punto de Marchitez permanente disminuye de - - acuerdo a la profundidad. En la Tabla 2 se observan los - resultados.

Densidad Aparente.- También este factor esta influido por la profundidad, al aumentar la profundidad se incrementa la Densidad Aparente del suelo. Los resultados también se muestran en la tabla N° 2

Tabla 2

Resultados obtenidos en la determinación de capacidad de campo, Punto de marchitez permanente, Densidad Aparente de un suelo del campo agrícola experimental de Marín, N.L., perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Muestra	Prof.cms.	C. C. %	P.M.P. %	D.A.grs/cm <sup>3</sup> .
1	0-30	28.8	14.3	0.85
2	30-60	28.7	13.5	0.91
3	60-90	24.9	11.7	1.2

Lámina de Agua Disponible.- En base a los resultados de las determinaciones de capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, se determinó la lámina de agua disponible del suelo muestreado y los cálculos se desarrollan a continuación.

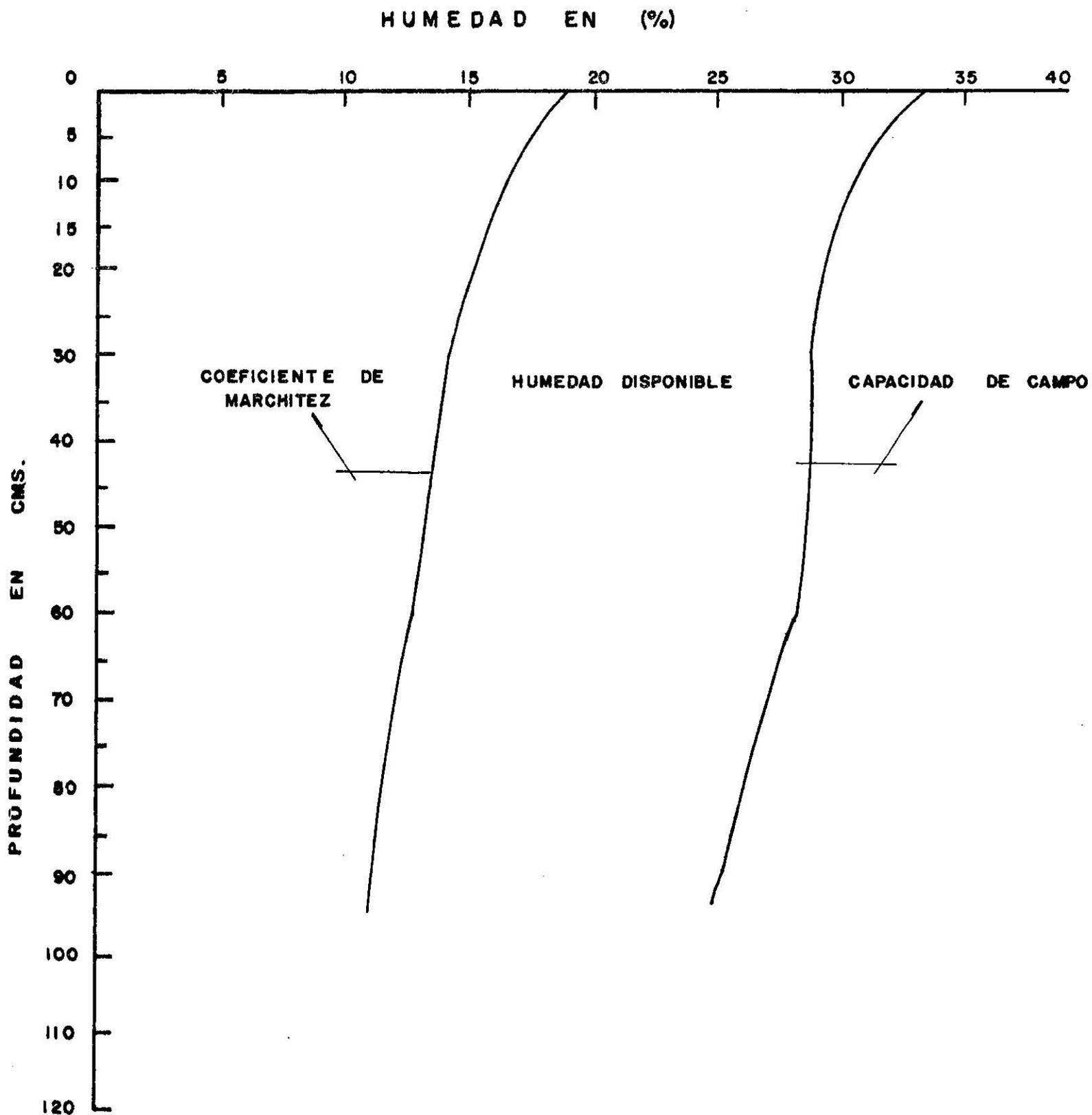


FIGURA 4 .- CURVAS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD CORRESPONDIENTES A CAPACIDAD DE CAMPO, COEFICIENTE DE MARCHITEZ Y LA HUMEDAD DISPONIBLE .

$$\text{L. A. D.} = \frac{\text{C.C.} - \text{P.M.P.}}{100} \times \text{D.A.} \times \text{P.r.}$$

$$\text{L. A. D. (0-30)} = \frac{28.8 - 14.3}{100} \times (.85) (30)$$

$$\text{L. A. D. (0-30)} = \frac{14.5}{100} \times (0.85) (30) = 3.697 \text{ cms.}$$

$$\text{L. A. D. (30-60)} = \frac{28.7 - 13.5}{100} \times (0.91) (30)$$

$$\text{L. A. D. (30-60)} = \frac{15.2}{100} \times (0.91) (30) = 4.149 \text{ cms.}$$

$$\text{L. A. D. (60-90)} = \frac{24.9 - 11.7}{100} \times (1.2) (30)$$

$$\text{L. A. D. (60-90)} = \frac{13.2}{100} \times (1.2) (30) = 4.752 \text{ cms.}$$

$$\text{L. A. D. Total (0-90)} = 12.60 \text{ cms.}$$

=====

NOMOGRAMA PARA CALCULAR LA LAMINA POR APLICAR A UN SUELO PARA HUMEDECERLO A CC. HASTA UNA PROFUNDIDAD PROPUESTA

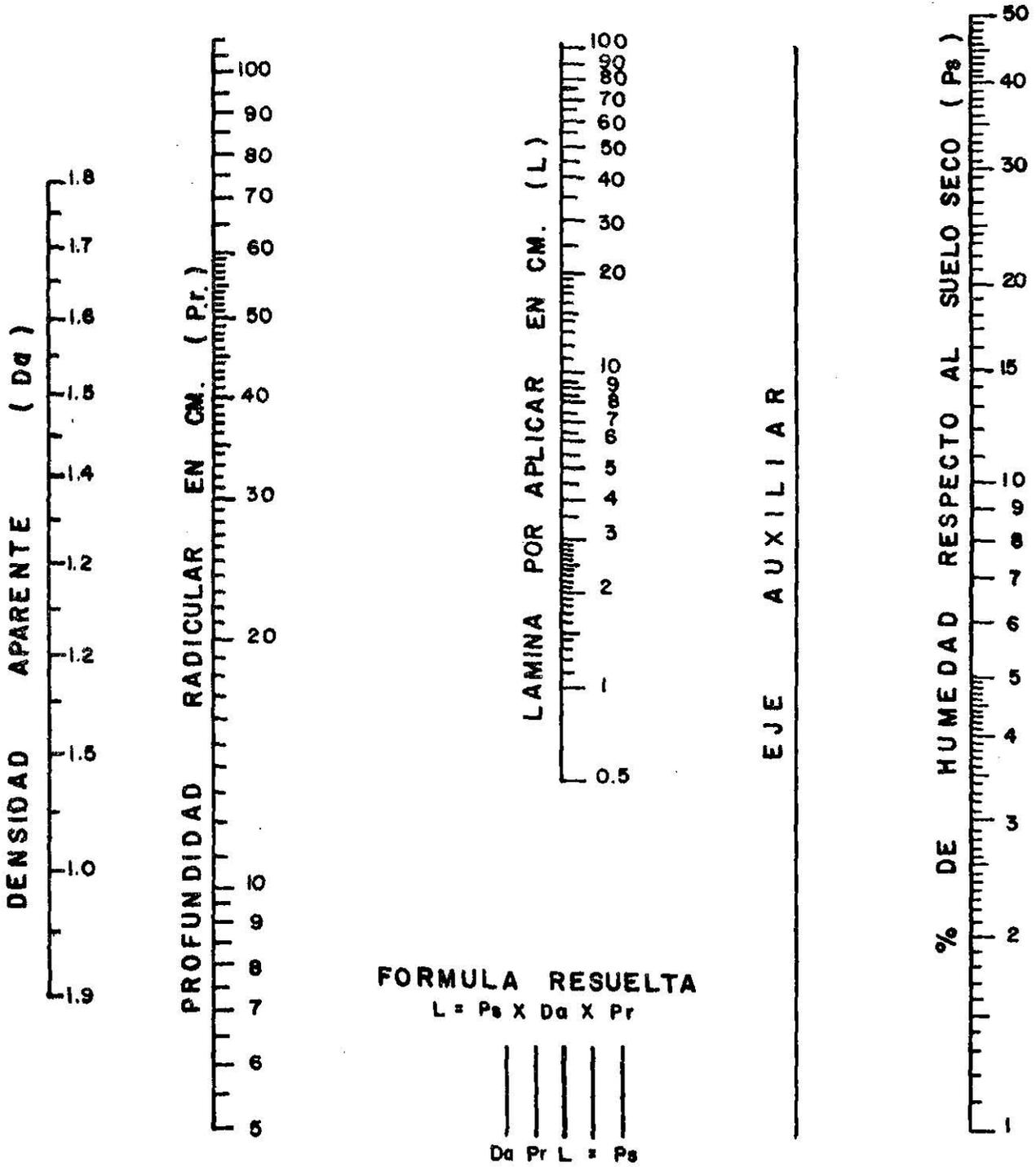


FIGURA.- 5

## DISCUSION

Con respecto a capacidad de campo y punto de marchitez permanente, los datos obtenidos en el presente trabajo están en promedio por debajo de los valores reportados en la Tabla 3. Ya que de acuerdo con la tabla mencionada anteriormente, estos datos deberían corresponder a un suelo de textura franco arcillosa.

Las diferencias entre los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente obtenidos, y los reportados por la literatura, posiblemente se debieron a la dificultad para mantener una presión constante tanto en la olla, como en la membrana de presión

Los resultados para densidad aparente de los dos primeros estratos del suelo muestreado, tampoco corresponden a lo reportado por la literatura, ya que se considera que la densidad aparente de un suelo mineral varía entre 1.2 y 1.8 grs/cm<sup>3</sup>, los valores de densidad aparente para los estratos de (0-30) y (30-60) fueron respectivamente de 0.85 y 0.91 grs./cm<sup>3</sup>, tal como se reporta en la Tabla 2, lo anterior se debió posiblemente a que en el lugar del muestreo se está realizando actualmente un trabajo de investigación tendiente a incrementar la capacidad de retención de - - -

humedad por medio de laboreo al suelo y uno de los tratamientos incluye el subsuelo y precisamente en esa parcela se tomaron la muestra para determinar la densidad aparente.

Para el estrato de (60-90) los valores de densidad aparente si corresponden a lo reportado en la Tabla 3 debido posiblemente a que las labores descritas en el parrafo anterior no penetraron hasta esa profundidad.

La lámina de agua disponible determinada con los datos de capacidad de campo, punto de marchitez permanente, y densidad aparente resultó ser de 12.6 cms. lo cuál tampoco corresponde con lo reportado en la tabla 3, precisamente debido a las diferencias en los valores de capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente.

La discusión anterior se hizo en forma comparativa con los datos reportados por la tabla 3 que es un resumen de las propiedades físicas del suelo en base a la textura de los mismos.

La determinación de Capacidad de Campo también se realizó mediante el nomograma de la Fig.1 basado en los porcentajes de arena, limo y arcilla.

Los valores obtenidos aumentan de acuerdo con el contenido de arcilla y son semejantes a los reportados por la tabla 3. Esto viene a confirmar lo denotado en párrafos anteriores acerca de la certeza de los datos de Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente obtenidos por el método de la olla y membrana de presión.

Si se calcula la lámina de agua disponible utilizando los valores de densidad aparente obtenidos del muestreo, el resultado es de 12.6 cms., sin embargo, debido a la inseguridad de estos datos se optó por calcular la lámina usando el valor de densidad aparente de 1.2 grs./cm<sup>3</sup>, para todos los estratos, resultando una lámina de 15.44 cms., lo cuál concuerda con el valor obtenido del nomograma de la Fig. 4. Lo anterior reafirma lo erróneo de los valores de densidad aparente para los dos estratos superiores.

Tabla Nº 3.- TABLA RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO.

Textura del suelo	Filtración y permeabilidad cm/hora I	Total espacio poroso % W	Peso específico aparente A	Capacidad del campo % FC	Marchitez permanente % PW	Humedad total utilizable		
						Peso seco % P = FC - PW	Volumen % P = P A	cm/m $d = \frac{P}{100} AD$
Arenoso	5 (2,5-25,5)	38 (32-42)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (7-10)
Franco-arenoso	2,5 (1,3-7,6)	43 (40-47)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Franco	1,3 (0,8-2,0)	47 (43-49)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-19)
Franco-arcilloso	0,8 (0,25-1,5)	49 (47-51)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Arcillo-arenoso	0,25 (0,03-0,5)	51 (49-53)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	23 (18-23)
Arcilloso	0,5 (0,01-0,1)	53 (51-55)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

NOTA : Los intervalos normales son consignados entre paréntesis.

1.- Los intervalos filtración real varían mucho con la estructura del suelo y su estabilidad estructural incluso más aún de lo indicado en esta columna.

2.- La humedad fácilmente utilizable representa un 75% de la totalmente utilizable.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la discusión de los resultados del presente trabajo, se puede llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

A pesar de que se tienen tabulados los valores de -- las propiedades físicas de los suelos (Tabla 3) en base a la textura, es necesario determinar estas características en el lugar donde se pretenda aplicar un riego, con el fin de obtener el dato exacto de la lámina de agua disponible que puede retener ese suelo.

Se recomienda hacer varias repeticiones de las determinaciones de las constantes hídricas del suelo, con el -- proposito de tener mayor certeza en los resultados.

Para determinar la lámina de agua disponible del suelo en cuestión se recomienda utilizar los valores de densidad aparente reportados en la tabla 3.

Se recomienda aplicar un riego cuando un suelo tiene el 50% de la humedad disponible, para que las plantas -- siempre tengan la humedad adecuada.

## RESUMEN

En una parcela ubicada a la orilla del Río Marín, dentro del Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. - de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se obtuvieron tres muestras de suelo, -- una de (0-30) otra de (30-60) y la última de (60-90 -- cms.)., del mismo sitio.

La textura se determinó por el método del hidrómetro.

Se determinó la densidad aparente por medio del - método del volúmen conocido.

La Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente se determinaron con la olla y membrana de pre-- sión respectivamente.

Con la utilización de los coeficientes hídricos - se determinó la cantidad de humedad disponible que puede almacenar un suelo.

En la revisión de literatura se estudiaron los - coeficientes hídricos, los factores que afectan estos - coeficientes y los métodos para la determinación de estos mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguirre Cossio. Practicas de campo y laboratorio - para analisis de suelo. F. A. U. A. N. L. Monterrey, Nuevo León, México. Junio -1980. p.p. 11, 39,57,62.
- 2.- Buckman y Brady. Naturaleza y propiedades de los - suelos. Editora Montaner y Simon, S.A. España -1977, p.p. 12,49,52,54,60,170,184.
- 3.- Firman E. Bear. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Ediciones Omega, S.A. España -1969, p.p. 40,102,123,124.
- 4.- Ingenieria de suelos. Relación entre suelo - planta - agua. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Editorial Diana. México -1978. - - p.p. 14,17,18,23 a 28,68,69.70.
- 5.- Israelsen, Hansen. Principios y aplicaciones del -- riego. Editorial Riveté, S.A. España -1975. -- p.p. 144 a 150, 159 a 161.

- 6.- Memorandum técnico N° 195. Cuanto, Cuando y Como -  
Regar. Secretaria de Recursos Hidraulicos. -  
México, D.F. Marzo -1963. p.p. 98,102,110,-  
111.
- 7.- Russell. Condiciones del suelo y crecimiento de --  
las plantas. Ediciones Aguila, S.A. España  
-1968. p.p. 427,444,445,457 a 465.
- 8.- Sampat A. Gavande. Fisica de Suelos. Editorial --  
Limusa-Wiley, S.A. México -1972. p.p. 134, -  
162,163,167.

