

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES PRACTICAS  
DE MECANIZACION y SUS EFECTOS SOBRE  
ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS EN  
SUELOS PESADOS**

**Por:**

Felipe Marcano L.

Tesis para optar al grado de Magister *Scientiae* en Suelos y Riego

www.bdigital.ula.ve

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL  
DE AGUAS Y TIERRAS  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MERIDA-VENEZUELA  
1978

## AGRADECIMIENTOS

Manifiesto mi profundo agradecimiento al Programa para el Incremento de la Productividad del Maíz, FOREMAIZ, por haber hecho posible mi participación en el curso de Post-grado. Al Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, coordinador y ejecutor del curso. A la Universidad Centro Occidental por haberme permitido hacer uso del Laboratorio de Física de Suelos.

A mi comité de tesis por el esfuerzo y tiempo dedicado a discusiones, sugerencias y orientaciones durante la realización del trabajo.

Expreso mi agradecimiento a mi esposa Carmen María de Marcano y a mis hijos Carmarifel y Felipe Marcano, símbolos de estímulo durante todo el curso.

Al personal de peritos y obreros, que laboran en el Campo Experimental de Foremaíz, les agradezco la colaboración prestada durante la conducción del ensayo en el campo y a la secretaria Niria pinto, por el mecanografiado del trabajo.

Igualmente agradezco y aprecio la labor prestada por el personal de la biblioteca del CIDIAT.

## INDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS. . . . .	II
LISTA DE FIGURAS . . . . .	V
LISTA PARCIAL DE SIMBOLOS . . . . .	VII
RESUMEN. . . . .	IX
 Capítulo	
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	3
III. MATERIALES Y METODOS. . . . .	12
Materiales . . . . .	12
Clima . . . . .	12
Suelos. . . . .	13
Preparación de tierras. . . . .	13
Diseño del experimento y procedimiento de evaluación. . . . .	14
Métodos. . . . .	17
Curva de tensión de humedad . . . . .	17
Distribución de agregados . . . . .	17
Infiltración. . . . .	18
Densidad aparente y humedad del suelo. . . . .	19
Desarrollo radicular, altura de planta y profundidad del laboreo. . . . .	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	21
Previo al laboreo . . . . .	21
Curva de tensión de humedad . . . . .	21
Densidad aparente y real . . . . .	23
Infiltración. . . . .	28
Después del laboreo. . . . .	30
Distribución de agregados . . . . .	30
Profundidad del laboreo . . . . .	33
Densidad aparente. . . . .	35

INDICE (Continuación)

	Página
Infiltración. . . . .	42
Desarrollo vegetativo y floración del cultivo. . . . .	46
Contenido de humedad en el perfil del suelo . . . . .	48
Altura de plantas. . . . .	63
Floración del cultivo. . . . .	65
V. CONCLUSIONES. . . . .	74
LITERATURA CITADA . . . . .	79
APENDICES	
Nº 1. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS. DESCRIPCION DEL PERFIL MODAL. . . . .	82
Nº 2. PRECIPITACION DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO. . . . .	85
Nº 3. ANALISIS ESTADISTICOS. CURVA DE TENSION DE HUMEDAD ANTES DEL LABOREO. . . . .	87
Nº 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA AGREGADOS MAYORES DE 2 y 19 mm. . . . .	100
Nº 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD TOTAL DESPUES DEL LABOREO. . . . .	102
Nº 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA INFILTRACION BASICA Y ACUMULADA. RELACION INFILTRACION ACUMULADA E INFIL- TRACION BASICA EN FUNCION DEL TIEMPO. . . . .	108
Nº 7. ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD A PROFUNDIDADES DE: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. . . . .	114
Nº 8. ANALISIS DE VARIANZA DE POROSIDAD TOTAL A LA FLORA- CION. . . . .	124

## LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Porcentaje de humedad para muestras disturbadas y no disturbadas con diferentes tensiones y tres profundidades de muestreo .....	22
2	Diferencia del porcentaje de humedad entre muestras disturbadas y no disturbadas para diferentes tensiones y profundidades de evaluación .....	22
3	Porosidad total del suelo a profundidades de: 0-20; 20-40 y 40-60 cm .....	28
4	Distribución porcentual de agregados por tratamientos .....	30
5	Distribución de tamaño de agregados para los diferentes tratamientos de mecanización .....	31
6	Análisis de varianza para agregados entre 2 y 5 mm .....	32
7	Prueba de Duncan para Tratamientos Principales .....	33
8	Prueba de Duncan para sub-tratamientos .....	33
9	Profundidad de preparación con los diferentes implementos agrícolas .....	34
10	Análisis de Varianza para Tratamientos .....	34
11	Prueba de Duncan para Tratamientos Principales .....	35
12	Valores de densidad aparente a tres profundidades y con diferentes prácticas de laboreo .....	36
13	Prueba de Duncan para tratamientos principales a profundidades de: 0-20 y 20-40 cms, respectivamente.....	39
14	Relación porosidad total y diferentes prácticas de mecanización .....	41
15	Prueba de Duncan para tratamientos principales a: 0-20 y 20-40 cms de profundidad .....	41
16	Efecto del laboreo sobre la infiltración básica .....	44
17	Efecto del laboreo sobre la infiltración acumulada .....	46

LISTA DE TABLAS (CONTINUACION)

Tabla		Página
18	Contenido de humedad (%) en las profundidades de: 0-20; 20-40 y 40-60 cms. para los diferentes tratamientos durante el desarrollo del cultivo .....	49
19	Análisis de varianza para porcentaje de humedad a: 0-20; 20-40 y 40-60 cms, respectivamente.....	55-56
20	Prueba de Duncan para tratamientos principales .....	57
21	Prueba de Duncan para sub-tratamientos .....	57
22	Prueba de Duncan de sub-tratamiento para cada tratamiento principal .....	58
23	Prueba de Duncan entre sub-tratamientos para diferentes tratamientos principales .....	58
24	Prueba de Duncan para tratamientos principales .....	60
25	Prueba de Duncan para tratamientos principales .....	60
26	Prueba de Duncan de sub-tratamientos para cada tratamiento principal .....	61
27	Prueba de Duncan entre sub-tratamientos para diferentes tratamientos principales.....	61
28	Prueba de Duncan entre diferentes sub-tratamientos principales .....	62
29	Relación altura de plantas y diferentes prácticas de laboreo .....	63
30	Análisis de varianza para altura de planta .....	63
31	Prueba de Duncan para sub-tratamientos .....	64
32	Relación altura de plantas y diferentes prácticas de laboreo .....	65
33	Análisis de varianza para altura de planta .....	65
34	Relación de profundidad radicular y diferentes prácticas de laboreo .....	66

LISTA DE TABLAS (CONTINUACION)

Tabla		Página
35	Análisis de varianza para profundidad radicular .....	67
36	Prueba de Duncan para tratamientos principales .....	67
37	Relación densidad aparente y diferentes prácticas del laboreo .....	69
38	Análisis de varianza para densidad aparente de profundidad de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	70
39	Prueba de Duncan de sub-tratamientos para cada tratamiento principal .....	71
40	Prueba de Duncan de sub-tratamientos para cada tratamiento principal .....	72
41	Relación entre porosidad total y diferentes prácticas de mecanización .....	72
42	Prueba de Duncan entre sub-parcelas para cada parcela principal .....	73
 APENDICES		
1	Características químicas y físicas del suelo .....	83
2	Descripción del perfil del suelo .....	84
3	Datos de precipitación en mm correspondiente al ciclo del cultivo año 1978.....	86
4	Análisis de varianza y prueba de "F" para 0,1 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.....	88
5	Análisis de varianza y prueba de "F" para 0,3 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	89
6	Análisis de varianza y prueba de "F" para 1 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.....	90
7	Análisis de varianza y prueba "F" para 2 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	91
8	Análisis de varianza y prueba de "F" para 5 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	92

LISTA DE TABLAS (CONTINUACION)

Tabla		Página
9	Análisis de varianza y prueba de "F" para 15 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	93
10	Prueba de Duncan para 0,1 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	94
11	Prueba de Duncan para 0,3 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms respectivamente .....	95
12	Prueba de Duncan para 1 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	96
13	Prueba de Duncan para 2 ATM, y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	97
14	Prueba de Duncan para 5 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	98
15	Prueba de Duncan para 15 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	99
16	Análisis de varianza para agregados mayores de 19 mm.....	101
17	Análisis de varianza para agregados mayores de 2 mm.....	101
18	Análisis de varianza para densidad aparente a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	103
19	Análisis de varianza para porosidad total a: 0-20; 20-40 y 40-60 cms. de profundidad.....	105
20	Análisis de varianza para los diferentes tratamientos.....	107
21	Análisis de varianza para los diferentes tratamientos .....	107
22	Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	115
23	Análisis de varianza para porcentaje de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	117
24	Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente .....	119

LISTA DE TABLAS (CONTINUACION)

Tabla		Página
25	Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.....	121
26	Análisis de varianza de porosidad total para profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.....	124

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación y distribución del ensayo en el campo. . . . .	16
2	Relación tensión con porcentaje de humedad del suelo a profundidad de 0-20 cms. con muestra disturbada y no disturbada. . .	24
3	Relación tensión con porcentaje de humedad del suelo a profundidad de 20-40 cms. con muestra disturbada y no disturbada . .	25
4	Relación tensión con porcentaje de humedad del suelo a profundidad de 40-60 cms. con muestra disturbada y no disturbada. .	26
5	Relación tensión con porcentaje de humedad del suelo, mostrando el promedio de la humedad para las tres profundidades de evaluación. . . . .	27
6	Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo antes del laboreo . . . . .	29
7	Relación de la densidad aparente y profundidad de muestreo con las diferentes prácticas de mecanización y no laboreo. . . .	38
8	Equipo para determinar la rata de penetración del agua en el suelo; mostrando los cilindros, escalímetro, barilla metálica y nivel de agua. . . . .	43
9	Efecto del laboreo en la rata de infiltración del suelo, señalando como han incidido las diferentes prácticas de mecanización y no laboreo en la infiltración básica a profundidades de 15 cms. . . . .	45
10	Efecto del laboreo y no laboreo en la infiltración acumulada a profundidades de 15 cms. . . . .	47
11	Relación precipitación, laboreo y almacenamiento del agua en el suelo a 0-20 cms de profundidad para los diferentes tratamientos. . . . .	51
12	Relación precipitación, laboreo y almacenamiento del agua en el suelo a 20-40 cms., de profundidad para los diferentes tratamientos. . . . .	52
13	Relación precipitación, laboreo y almacenamiento del agua en el suelo a 40-60 cms., de profundidad para los diferentes tratamientos . . . . .	53

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
14	Relación de la densidad aparente y profundidad de muestreo con las diferentes prácticas de mecanización y no laboreo. . . . .	68

APENDICES

1	Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento arado y cuatro pases de rastra. . . . .	109
2	Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento arado y seis pases de rastra. . . . .	110
3	Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento de big-rome y cuatro pases de rastra. . . . .	111
4	Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento big-rome y seis pases de rastra. . . . .	112
5	Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento rastreo solamente, cuatro pases de rastra. . . . .	113

## LISTA PARCIAL DE SIMBOLOS

Símbolo	Definición
A	= Tratamientos principales
A <sub>1</sub>	= Arado
A <sub>2</sub>	= Big-rome
A <sub>3</sub>	= Rastreo solamente
A <sub>4</sub>	= No laboreo, mínima labranza
ATM	= Atmósfera
A X B	= Interacción tratamientos principales con sub-tratamientos
B	= Sub-tratamientos
B <sub>1</sub>	= Cuatro pases de rastras
B <sub>2</sub>	= Seis pases de rastras
C.C.	= Capacidad de campo a 1/3 de atmósfera
C.M.	= Cuadrado medio
Da,	= Densidad aparente
Dr	= Densidad real
F.c.	= "F" calculado
F.t.	= "F" tabulado
F.V.	= Fuente de variación
G.L	= Grado de libertad
M.D.	= Muestras disturbadas
M,N,D,S,D	= Muestras no disturbadas sobre disturbadas
M,N,D,S,P	= Muestras no disturbadas sobre plato
N.S.	= No significativo
F.h	= Peso húmedo

### LISTA PARCIAL DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
P.s.	= Peso seco
R (LSD)	= Factor de significancia estudentizado multiplicado por la mínima diferencia significativa.
S. C.	= Suma de cuadrados
SSD	= Prueba de pequeña diferencia significativa para todas las posibles posiciones relativas entre las medias de tratamientos cuando son ordenadas en orden de magnitud.
% H	= Porcentaje de humedad
% P. T	= Porcentaje de porosidad total

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## RESUMEN

Un ensayo de investigación tendiente a evaluar el efecto de diferentes prácticas de mecanización sobre algunas propiedades físicas en suelos pesados, se condujo en el campo experimental de Foremaíz, Estado Portuguesa. Se usó un diseño en parcelas divididas, en el cual las parcelas principales estaban representadas por los tratamientos de aradura, big-rome, rastreo solamente y no laboreo; las sub-parcelas por cuatro y seis pases de rastras. La superficie ocupada por ambos tratamientos fue de 800 y 400 m<sup>2</sup> respectivamente; éstos se dispusieron al azar en tres repeticiones.

Antes del laboreo se hicieron determinaciones de densidad aparente, infiltración y curva de tensión de humedad, repitiéndose las mismas después del laboreo, a excepción de la curva de tensión de humedad, se incluyó el análisis de tamaño de agregados resultante en cada tratamiento de mecanización. Durante el desarrollo vegetativo y floración del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), se evaluó la humedad en el perfil del suelo, altura de planta y profundidad radicular.

Los resultados obtenidos en las propiedades físicas evaluadas y en el desarrollo radicular del cultivo, mostraron en algunos tratamientos diferencias significativas. Se encontró que la aradura con cuatro pases de rastra resultó ser la mejor práctica de mecanización para estos suelos.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El propósito de esta investigación es determinar la práctica de mecanización primaria y la magnitud de rastreo más apropiada, basándose en el efecto de las mismas sobre la infiltración, densidad aparente y comportamiento del maíz (*Zea mays L.*), en un suelo tropical poco profundo y de textura pesada. Esto implica que el conocimiento del impacto producido por los implementos sobre la estructura puede ofrecer mejores bases para planear las prácticas de mecanización más apropiadas para este tipo de suelo.

La estructura puede ser analizada mediante el estudio de ciertas características físicas tales como: la distribución de agregados por tamaño, densidad aparente, porosidad total, infiltración, curva de tensión de humedad y comportamiento de la misma en el perfil del suelo; al mismo tiempo se estudió como inciden estas características en el desarrollo radicular y crecimiento del cultivo del maíz.

La mecanización tiene como objetivo controlar las malezas, aflojar y mezclar el suelo y al mismo tiempo preparar la cama para las semillas y raíces. Esto se puede cumplir con el uso de diferentes implementos agrícolas, que pueden ser: aradura, big-rome y rastreo.

Cada uno de los implementos involucrados en las prácticas mencionadas, actúan en forma diferente en cuanto a los objetivos anteriormente señalados. Con la finalidad de garantizar un mayor volumen de suelo a ser explorado por las raíces y que, al mismo tiempo, permita un mejor aprovechamiento de los nutrientes y humedad disponible en el mismo, es necesario lograr una buena pre-

paración y reducir lo más posible el rastreo, de tal manera que se obtenga una granulación apropiada y por ende una relación adecuada aire-agua.

En el Estado Portuguesa para la siembra del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), por lo general, se recomienda en la preparación de tierra, arar y después dar cuatro pases de rastra, observándose en los últimos años un incremento en el uso del big-rome como sustituto del arado en el laboreo primario. Prácticamente todos estos implementos han venido siendo utilizados en la zona sin ningún estudio previo del efecto producido por el uso de los mismos sobre la estructura de los suelos predominantes en el área. Esto ha traído como consecuencia el deterioro de la estructura, ocasionando una disminución en los rendimientos de algunos cultivos.

Los trabajos de campo y las determinaciones de laboratorio en los cuales se basa esta tesis fueron conducidos sobre suelos pesados, en la parcela experimental de Foremaíz, en la localidad de Agua Blanca, Estado Portuguesa. Los datos recogidos en este ensayo de campo se analizan estadísticamente con la finalidad de determinar si existen o no diferencias significativas para cada tratamiento en particular, en relación a sus efectos sobre la estructura del suelo, y de esta manera definir cuál práctica de laboreo es más apropiada.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

Jones et. al (1968), en trabajos de evaluación del crecimiento del maíz bajo sistema de no-mecanización durante dos años, encontraron que el crecimiento y rendimiento del maíz, generalmente se incrementa con el decrecimiento en el grado de mecanización. Igualmente, en trabajos de investigación durante 6 años, con no-mecanización y mecanización con arado convencional, dieron diferencias en los rendimientos obtenidos. Con no-mecanización, se alcanzó rangos de rendimientos entre 48 a 39% sobre los obtenidos con mecanización convencional. Mediciones realizadas de la humedad del suelo indican que el mulch proporcionado por las malezas muertas, en la no mecanización, es altamente efectivo en la reducción de la evaporación y escurrimiento superficial del agua.

Gerard y Mehta (1971), en estudios realizados para evaluar la influencia del estado de crecimiento de las raíces de cultivos y dos densidades de plantas sobre ciertas propiedades físicas de un suelo arcilloso expansible, encontraron que las propiedades físicas seleccionadas: densidad aparente y permeabilidad del suelo, cambiaron con el tiempo y profundidad. La densidad aparente decreció durante la estación de crecimiento, siendo mayor a partir de los 15 a 30 cms. de profundidad y la permeabilidad fue menor a la misma profundidad; no obstante, ésta se incrementó en los primeros 15 cms., producto de la evapotranspiración y desarrollo radicular de los cultivos. La determinación de resistencia indicó compactación del suelo de los 10 a los 30 cms. de profundidad.

Barber (1971), estudiando el efecto de diferentes prácticas de mecani

zación sobre la distribución y morfología de las raíces del maíz (*Zea mays* L.), encontró que la mecanización tuvo influencia en el crecimiento radicular. Cuando el suelo era arado anualmente las raíces del maíz se desarrollaron más extensamente a una mayor profundidad que cuando el suelo no fue mecanizado o mecanizado a 5 cms. de profundidad solamente. Los tratamientos utilizados fueron: arado a 20 cms., cincelado a igual profundidad, arado rotativo a 5 cms y no mecanización.

Stolzy et. al (1961), estudiando el crecimiento radicular y la tasa de difusión como una función de la concentración de oxígeno, encontraron que el desarrollo radicular se reduce cuando la tasa de difusión de oxígeno se encuentra en el rango de  $18 \text{ a } 23 \times 10^{-8} \text{ g.cm.}^{-2} \text{ min.}^{-1}$ ; con valores superiores a  $23 \times 10^{-8} \text{ g. cm.}^{-2} \text{ min.}^{-1}$  se alcanza un buen crecimiento.

Milford, señalado por Gerard et. al (1961), encontró que la mecanización produce capas compactadas (hardpan) las cuales difieren en densidad aparente con respecto a la capa superior e inferior de la misma.

Box y Taylor (1961), estudiando el efecto de la influencia de la densidad aparente sobre el potencial mátrico, encontraron que éste se incrementaba con la densidad aparente a todos los contenidos de humedad (19% y 17,5%) y temperatura (10°C y 25°C), excepto para 40°C de temperatura y 15,5% de humedad, con densidades aparentes entre 1,1 y 1,5 gr/cms<sup>3</sup>; observándose que a partir de este último valor, hasta densidades de 1,6 gr/cms<sup>3</sup>, se incrementaba rápidamente el potencial.

Van Doren et. al (1976), trabajando con diferentes sistemas de mecanización y rotación de cultivos en diferentes suelos, encontraron que el tratamiento de no-mecanización rindió un promedio de 13% menos que las parcelas

mecanizadas arado, y después siembra y arado, rastreo y siembra, esto, en un Mo  
llic Ochraqualf con maíz continuo en diez años. En el caso de la rotación:  
maíz-soya y maíz-avena, los rendimientos fueron iguales para los diferentes tra-  
tamientos. En el Typic Fragiudalf, en evaluaciones de once años, la no-meca-  
nización rindió en promedio 10% más que los tratamientos mecanizados, tanto pa-  
ra maíz continuo como en la rotación maíz-soya.

Veimeyer y Hendrickson (1948), encontraron, en pruebas realizadas en el  
laboratorio con muestras de suelos compactados, que las raíces del girasol eran  
incapaces de penetrar la capa cuando la densidad aparente era de  $1,8 \text{ gr/cm}^3$  o  
mayor en suelos arenosos y  $1,46$  a  $1,63 \text{ gr/cm}^3$ , para los suelos arcillosos.

Hagin (1952), en investigaciones realizadas para estudiar la influen-  
cia de la agregación sobre el crecimiento de las plantas, encontró que los agre-  
gados gruesos contribuyen a un crecimiento mucho mayor del trigo que los agrega-  
dos finos; explica que esto se debe a una insuficiente suplencia de oxígeno, lo  
cual disminuye la capacidad de las raíces para absorber nutrientes.

Jamison et. al (1951), estudiaron el efecto de la profundidad de meca-  
nización sobre el crecimiento del algodón, encontrando que la pobre penetra-  
ción de las raíces en la mecanización somera y media, parece ser debido al  
impedimento físico producto de la compactación y no a la pobre aireación y baja  
fertilidad existente en el subsuelo. Las profundidades de laboreo empleadas  
fueron: más de 18 cms, entre 12 y 18 cms y menos de 12 cms respectivamente.

Taylor y Gardner (1962), evaluaron el efecto de la densidad aparente,  
contenido de humedad y resistencia del suelo sobre la penetración de la raíz  
principal de plántulas de algodón, usando muestras de suelos comprimidos a cin-

co densidades diferentes y cuatro tensiones de humedad. Concluyen que la resistencia del suelo y no la densidad aparente fue el factor crítico de impedimento que controló la penetración de las raíces en el suelo arenoso.

Zimmerman y Kardos (1960), estudiando el efecto de la densidad aparente sobre el crecimiento radicular, encontraron que las raíces del pasto sudán penetraron las capas compactadas más rápidamente que las raíces de la soya y que las densidades aparentes de 1,8; 1,9 y 2,00 gr/cm<sup>3</sup>, impidieron la penetración de las raíces de ambos cultivos.

Tackett y Pearson (1964), investigando los requerimientos de oxígeno de las raíces de plántulas de algodón para penetrar cilindros de suelos comcompactados, encontraron que el impedimento mecánico fue más detrimental que el bajo contenido de oxígeno para las raíces en crecimiento en el sub-suelo, con densidades mayores de 1,5 gr/cm<sup>3</sup>, y que a bajas densidades, el crecimento radicular fue afectado con niveles del 10% de oxígeno, existiendo una fuerte interacción entre el oxígeno y la densidad aparente.

Williamson (1963), comprobó, al estudiar el efecto de la aireación de las raíces sobre el crecimiento de las plantas, que los mayores rendimientos fueron obtenidos con una rata de difusión de oxígeno de aproximadamente  $15 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ , siendo estos rendimientos mayores en comparación con los obtenidos en muchos experimentos de campo. Bajo condiciones de extrema pobreza de aireación los rendimientos de grano de sorgo, soya y maíz dulce se redujeron en 25, 35 y 65% respectivamente.

Lutz y Leamer (1939), investigando el efecto de la textura e hinchamiento sobre la distribución del tamaño de poros y permeabilidad de una serie de arenas disgregadas y muchos subsuelos, encontraron que las fracciones grueu

sas la permeabilidad se incrementó, en forma exponencial, con un incremento en el tamaño de las partículas. En el subsuelo, el factor determinante de la permeabilidad fue el hinchamiento del material coloidal, resultando en un sellamiento de los poros.

Scott y Erickson (1964), estudiando el efecto de la aireación y el impedimento mecánico sobre el desarrollo radicular de alfalfa, remolacha azucarera y tomate, encontraron que capas de suelos con densidad de  $1,9 \text{ gr/cm}^3$  a profundidad de 10 cm., fue penetrada por la raíz principal de alfalfa, y a la vez hubo una mayor ramificación de las raíces fibrosas en la capa compactada. Igual respuesta dieron las raíces de tomate y remolacha azucarera al peróxido de calcio, fuente de oxígeno en las capas densas, no ocurriendo así cuando no hubo suplencia de oxígeno, en donde la capa compactada impidió el desarrollo radicular.

Forsythe (1967), señala que el crecimiento de las cosechas depende de varios factores, considerando entre ellos a los físicos tales como: posición fisiográfica, el relieve, la pendiente, el volumen, la profundidad de capas duras o de roca, la profundidad de la tabla de agua, la textura, la densidad aparente, la densidad de las partículas, la curva de retención de humedad, la penetrabilidad, la infiltración, la conductividad hidráulica y la temperatura.

Young y Dixon (1966), consideran que se pueden cometer varios errores, en cuanto a la estimación del volumen de agua que contiene el horizonte de un suelo al multiplicar por la densidad aparente el porcentaje del peso húmedo a  $1/3$  de bar., obtenido por muestra tamizada en el laboratorio, por lo cual no se recomienda el uso de la misma, ya que se está sobrestimando el contenido de humedad. Señalan que la estimación debe hacerse con muestras no

disturbadas.

Young (1962), señala un método para determinar humedad sobre muestras de suelos no disturbados. Las medidas de humedad son hechas con platos de presión y aparatos de membranas como se describe en el USDA Hand book N°60 (1954); las muestras disturbadas son colocadas sobre un plato poroso y retenidas en anillos de goma, éstos se cubren con pequeños cuadrados de tejido industrial de pequeño espesor; luego se colocan volúmenes de suelos de una pulgada de diámetro sobre las correspondientes muestras tamizadas. Dichas muestras se saturan durante la noche y luego se someten a la presión correspondiente.

Analizando mediante prueba de "t", el autor mencionado no encontró diferencia significativa en el contenido de humedad a 1/3 de bar en las muestras tamizadas colocadas solas, con respecto a las tamizadas junto con el volumen de suelo; pero sí había diferencia en el contenido de humedad en las muestras tamizadas con respecto a los volúmenes de suelo a la misma tensión. Estas diferencias disminuyeron a mayores tensiones.

Baver (1965, 1973), señala que numerosos investigadores han encontrado una íntima relación entre el tamaño de agregado y la porosidad del suelo; así, cuando estos decrecen de 5 a 0,5 mm, la porosidad total disminuye alrededor de 24%, siendo el cambio más significativo la baja de la porosidad no capilar.

El autor mencionado considera que el tamizado en seco directamente en el campo, tiene considerables méritos bajo ciertas condiciones experimentales definidas y que el mismo es usado para evaluar la distribución de terrones y agregados; establece también que, para la determinación de la densidad aparente de un suelo, es necesario tomar una muestra de su estructura natural. La

misma puede ser obtenida por un muestreador de cilindro que es hincado en el suelo a la profundidad deseada; conocido el volumen del cilindro y el peso seco del suelo se puede determinar dicha densidad. Igualmente señala que el tamaño del muestreador puede afectar la cantidad de compresión durante la toma de la muestra.

Pla Sentis (1977), señala que la densidad aparente es un buen índice del grado de compactación o sea de la reducción del espacio poroso, no capilar, responsable de la aireación y del drenaje rápido del exceso de agua y que en los suelos con desarrollo estructural, muchos de esos poros se encuentran entre los agregados, no siendo por lo tanto recomendable la determinación de densidad aparente en terrones que no reflejen bien el grado de compactación. Igualmente señala que no se justifica tomar cilindros de suelos para determinar la densidad aparente únicamente, ya que el método es muy laborioso y requiere de precauciones especiales cuando se utiliza en suelos roturados, agrietados o de texturas muy sueltas.

Black et. al (1965), señala como método para la determinación de la densidad aparente el del cilindro, cuyo procedimiento consiste en introducir un cilindro en el suelo, hasta la profundidad deseada, y luego remover cuidadosamente el volumen de la muestra conocida. La muestra extraída se seca a 105°C y se pesa hasta alcanzar un valor constante; con estos valores se calcula la densidad aparente.

Grassi (1976), define la infiltración como la velocidad de penetración del agua en el perfil del suelo cuando la superficie del terreno se cubre con una delgada lámina de agua; recomienda a su vez, el uso de la fórmula de Kostiakow (1932), para expresar la infiltración en un punto:

$$I = at^b$$

$I$  = es la velocidad de infiltración ( $LT^{-1}$ ) en un  $mm$  día $^{-1}$  o  $mmh^{-1}$ .

$t$  es el tiempo de infiltración ( $T$ ) en minutos o en horas

$a$  es un coeficiente que representa la velocidad de infiltración

$a = 1,0$  expresada en  $mm \text{ min}^{-(1+b)}$  o  $mm \text{ h}^{-(1+b)}$

$b$  es un exponente, adimensional. Es siempre negativo con valores que varían entre 0 y 1,0.

Mediante la integración de la fórmula entre los límites  $t = 0$  y  $t$ , se obtiene la infiltración acumulada:

$$I_{cum} = \int_0^t I dt$$

$$I_{cum} = \int_0^t at^b dt$$

$$I_{cum} = \frac{a}{b+1} t^{b+1}$$

La infiltración básica se obtiene mediante la fórmula:

$$I = a (-10 b)^b$$

Larson (1963), sugiere que se consideren ciertos parámetros del suelo para evaluar los requerimientos de mecanización para maíz en el manejo del agua entre las hileras y la zona de desarrollo de las plántulas. Los parámetros a evaluar son: temperatura, tamaño de agregados secundarios, densidad aparente, volumen de la zona, estado de depresión entre hileras, estado de las capas aradas, y/o el mulch o microrelieve superficial. El mismo autor encon

tró que cuando un suelo es aflojado con un arado, la porosidad total y el espesor de la capa mecanizada se incrementan, ocurriendo igualmente con la cantidad de agua que puede ser contenida a saturación en los primeros 18 cms. de espesor del suelo, debido al incremento de la porosidad resultante de la mecanización.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

En el Campo Experimental de FOREMAIZ, ubicado a 4,5 Km. de la localidad de Agua Blanca, Estado Portuguesa, se condujo el experimento tendiente a evaluar el Efecto de la Mecanización Sobre Algunas Propiedades Físicas en Suelos Pesados.

La investigación, se realizó sobre estructuras mejoradas de drenaje superficial (bancales), a fin de obviar los problemas que se derivan del mismo durante el desarrollo del cultivo, en la época de lluvia o tempero. La estación experimental está situada aproximadamente a  $9^{\circ} 40'$  y  $69^{\circ} 08'$  de latitud norte y longitud oeste respectivamente, su altura sobre el nivel del mar es aproximadamente 200 m , Atlas de Venezuela (1969).

#### Materiales

##### Clima

La precipitación, la evaporación y temperatura media anual en la zona alcanzan valores de: 1.40 mm , 2.263 mm y  $27,6^{\circ}\text{C}$ . respectivamente, De León (1976). El clima puede clasificarse como: Aw1 de acuerdo a Koeppen (Atlas de Venezuela, 1969)

Tomando en cuenta los parámetros de: precipitación, evaporación, temperatura y elevación, la zona se encuentra dentro de la clasificación de Zonas de Vida de Venezuela, como "Bosque Seco Tropical", Holdridge (M.A.C. 1968). En la mayoría de su extensión en el país, esta formación se caracteriza por una fuerte sequía, de cuatro a seis meses de duración, seguida por una estación

con sobrante de agua.

### Suelos

El estudio de suelo de la parcela de Foremaíz, fue realizado por la Oficina Edafológica de Occidente (M.O.P. Guanare), durante el año 1972. Este suelo, según el estudio está íntimamente correlacionado con la serie Agua Blanca, el cual a nivel de familia, presenta la siguiente taxonomía: Vertic Tropaequet, arcilloso fino, mixto, isohipertérmico. Esta serie fue descrita por primera vez en el año de 1956 mapeándose junto con la serie Algodonal, M.A.C. (1956). En el año de 1969, en el Estudio Agrológico Semidetallado del Sistema de Riego Cojedes-Sarare, realizado por el M.O.P., se diferenciaron las dos series. En la Tabla 1 y 2 del Apéndice 1, se presentan las características físicas, químicas y la descripción del perfil modal de la calicanta representativa del suelo en estudio.

### Preparación de Tierra

Para realizar el experimento, se seleccionaron tres métodos de laboreo primario, dos de laboreo secundario y no laboreo. El laboreo primario consistió en dar un pase de arado, un pase de big-rome y rastra solamente (4 y 6 pases); los discos del arado, big-rome y rastra, tienen diámetros de 56, 58 y 21 cms. respectivamente. En el laboreo secundario, para cada caso, a excepción del no-laboreo, se dieron cuatro y seis pases de rastra a cada sub-parcela dentro de la parcela principal, previamente realizado el laboreo primario en la misma. Antes de la preparación, como el suelo estaba muy seco, se le suministró riego por aspersion durante dos horas; al día siguiente, previa evaluación del contenido de humedad del mismo, se procedió al laboreo. Antes de iniciar

la siembra la cual se llevó a cabo el 17 de marzo de 1978, se evaluaron las propiedades físicas correspondientes tales como: densidad aparente, infiltración y tamaño de agregados. Cada una de estas pruebas se realizaron por duplicado en cada sub-parcela.

En la siembra del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) se utilizó el H. Arichuna, a razón de 20 Kg de semilla por Ha y 300 Kg/Ha de abono completo (12-24-12-S), colocado en banda al lado de la semilla. En el control de malezas se utilizaron 2,5 litros de Prowl 330 E. más 2,5 litros de lazo mezclados con 200 litros de agua y aplicados a los tratamientos mecanizados y 4 litros de Gramoxone con 3 litros de Lazo, en igual cantidad de agua, a la parcela de mínima labranza. Todas las prácticas de siembra, abonado y control de maleza, se realizaron en forma mecanizada. Como la siembra fue realizada en período seco (17-03-78), hubo necesidad de aplicar riego por aspersión, lográndose una descarga por cada aspersor de 1,050 l/seg., lo cual equivale a una lámina total promedio de 44,56 mm. con los 21 aspersores durante el tiempo de aplicación del mismo, cada tres horas. En esta forma se mantuvo el ensayo hasta el 29 de marzo del mismo año, regándose cada 7 días; a partir de esta fecha, se inició la precipitación en la zona, Tabla 3, del Apéndice 2, siendo la misma suficiente para garantizar el desarrollo normal del cultivo.

#### Diseño de experimento y procedimiento de evaluación

En función de los parámetros que se iban a evaluar se escogió el diseño en parcelas divididas, Cochran (1973), con tres repeticiones. En las parcelas principales se ubicaron las prácti-

cas de laboreo primario y en las sub-parcelas las de laboreo secundario, anteriormente señaladas. Cada tratamiento principal y sub-tratamiento fueron distribuidos al azar en el campo.

Previo a la ubicación del ensayo en el campo se hicieron muestreos para determinar la densidad aparente a tres profundidades: 0-20, 20-40 y 40-60 cms., respectivamente; también se tomaron muestras de suelo a igual profundidad a fin de determinar la curva de tensión de humedad y se llevaron a cabo pruebas de infiltración en diferentes sitios de la parcela. Una vez realizadas estas determinaciones se procedió a la ubicación del ensayo con sus respectivos tratamientos. Las parcelas principales y sub-parcelas ocupaban una superficie de 800 m<sup>2</sup> (40 m de largo por 20 m de ancho) y 400 m<sup>2</sup> (20 m de largo por 20 m de ancho) respectivamente, Figura 1. Los tratamientos señalados anteriormente son los siguientes:

1. Un pase de arado, con cuatro y seis de rastra
2. Un pase de big-rome, con cuatro y seis de rastra
3. Rastra solamente, cuatro y seis pases
4. Mínima labranza, no laboreo

Los pases de arado y big-rome, se llevaron a cabo a profundidades de 25 cms. aproximadamente; el rastreo se realizó en la forma como se hace tradicionalmente en la zona, alcanzándose una profundidad promedio de laboreo de 11,53 cms. Después de realizadas todas estas prácticas de preparación, antes de la siembra, se ubicaron dos sitios en cada sub-parcela 1 / en donde se iban a rea

---

1 / Comunicación personal del Dr. S. Zinha (U.L.A.)

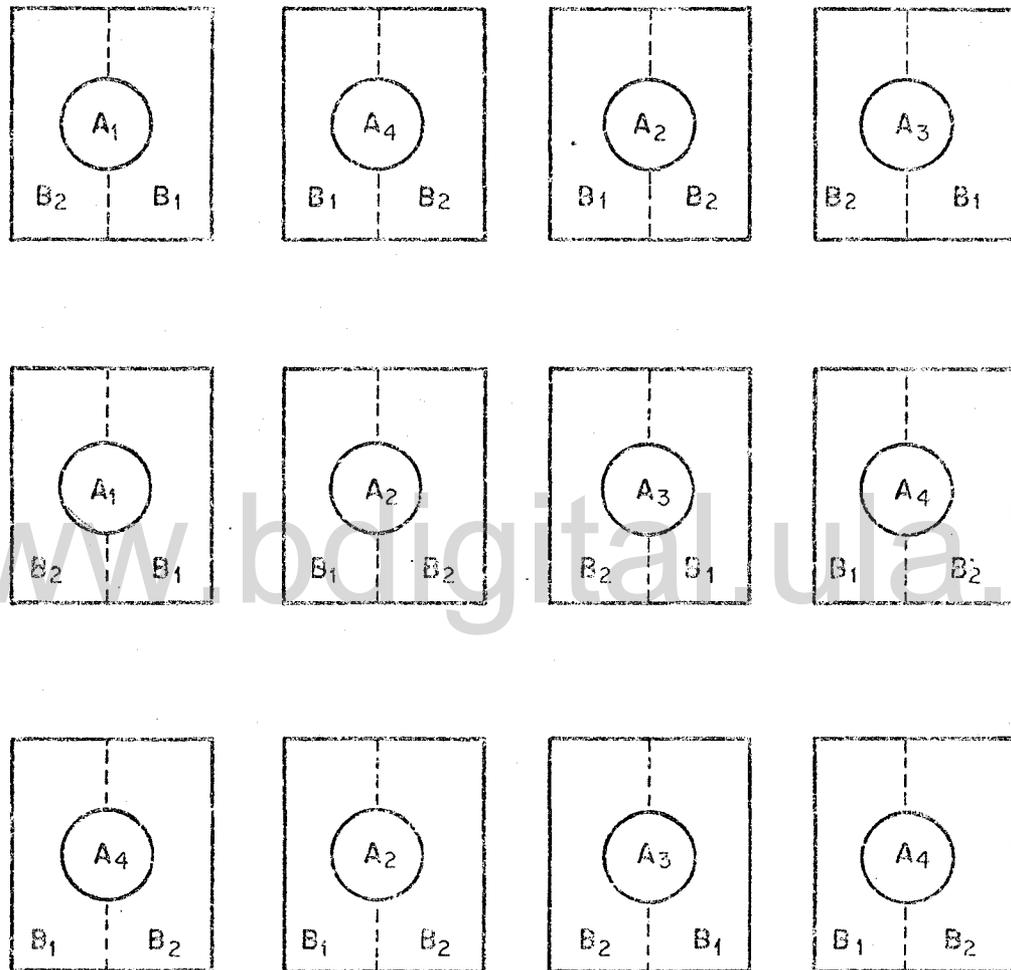


Figura 1. Ubicación y distribución del ensayo en el campo.

lizar las determinaciones de densidad aparente, tamaño de agregados, prueba de infiltración, muestreo de humedad y desarrollo radicular del maíz a la floración.

### Métodos

#### Curva de tensión de humedad

Para la determinación de la curva de tensión de humedad se utilizaron muestras alteradas, tamizadas por malla de 2 mm de diámetro y muestras no alteradas, terrón. Las muestras alteradas se colocaron en anillos de goma, en platos de porcelana y la no alterada, una parte fue colocada sobre la muestra alterada, separada de ésta por un liencillo y directamente en los platos; luego fueron sometidas a saturación durante 24 horas, Young (1962, 1966). Después de transcurrido este tiempo, el exceso de agua se eliminó y se procedió a colocar los platos porosos en ollas y platos de presión en donde las muestras se sometieron a tensiones de: 0,1; 0,3; 1; 2; 5 y 15 ATM. Las muestras se pesaron antes y después de ser colocadas en la estufa a 105°C, durante 24 horas; con los resultados obtenidos se determinó la curva de tensión de humedad del suelo.

#### Distribución de Agregados

La separación y medida de agregados se realizó en seco una vez cumplida las labores de mecanización. En su determinación se utilizaron una serie de tamices con diámetro en sus mallas de: 19, 16, 13, 5 y 2 mm respectivamente. Estos diámetros se seleccionaron en base a criterios teóricos de

relación agua-aire en el suelo y a la disponibilidad actual en el mercado.

Antes de determinar la distribución de agregados por tamaño, para cada tratamiento, se calibró la metodología tomando varias muestras de diferentes pesos, 5, 8 y 10 Kg., a fin de detectar cual de ellas se ajustaba más a los fines buscados, siendo la de 5 Kg. la más representativa. Esta muestra fue sometida a diferentes tiempos de tamizado, 2, 4 y 6 minutos; observándose que con tiempo de 4 minutos era suficiente para las evaluaciones posteriores. El grupo de tamices se unió, mediante cordeles, a un trípode de madera a fin de facilitar el trabajo de campo.

Una vez realizados todos estos ajustes, las muestras de suelo se tomaron a profundidad de laboreo y se sometieron a tamizado por un tiempo de cuatro minutos; pesándose cada fracción retirada en cada malla y determinándose así la distribución por tamaño en cada tratamiento, Bayer (1965, 1973), Black (1965), Rose (1961), Hagin (1952) y Stick (1958).

### Infiltración

Para estudiar el efecto de cada tratamiento sobre la infiltración se instalaron infiltrómetros de cilindros, clavándose o hundiéndose a una profundidad de 15 cms., los mismos tenían una altura y diámetro de 29 y 25 cms. respectivamente. Las mediciones de la tasa de penetración de agua en el suelo se realizaron con un escalímetro y una punta metálica a diferentes intervalos de tiempo hasta un máximo de 240 minutos. Antes de estas evaluaciones se hicieron determinaciones de la humedad del suelo. (Israelsen y Hansen (1965), Fauser (1965), Ahuja (1976), Pla (1977)).

### Densidad aparente y humedad del suelo

La densidad aparente se determinó por el método de Uhland, utilizándose un cilindro toma-muestra de 7,6 cms de altura por 7,6 cms de diámetro. Para la determinación de la densidad aparente por este método, existen diversos tipos de muestreadores, Baver (1965,1973), Lutz (1974), Israelsen y Hansen (1965) y Zimmerman (1960).

El Uhland se introdujo en el suelo a tres profundidades: 0-20, 20-40 y 40-60 cms., las muestras extraídas se colocaron en recipientes metálicos, y posteriormente introducidas en la estufa para ser sometidas a temperatura de 105°C durante 24 horas. Una vez alcanzado el peso constante se pesaron y relacionaron con el volumen del cilindro del toma-muestra, determinándose de esta manera la densidad aparente.

Los valores de la densidad aparente y la densidad real, determinada por el método del picnómetro, se utilizaron para conocer la porosidad total del suelo, antes y después de los tratamientos establecidos mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ P.T.} = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) \times 100$$

La humedad del suelo, determinada a lo largo del desarrollo del cultivo, se realizó en muestras tomadas con un muestreador tipo Veihmeyer. Las muestras se tomaron a tres profundidades: 0-20, 20-40 y 40-60 cms., en diferentes épocas del crecimiento del maíz y en lugares cercanos a las hileras, en los sitios seleccionados para el muestreo. El porcentaje de humedad fue determinado por la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{(P.h - P.s)}{P. s} \times 100$$

Desarrollo radicular, altura de planta y profundidad de laboreo

Otros aspectos a considerar durante la evaluación fueron: el desarrollo radicular del cultivo a la floración, la altura de planta a los 21 y 65 días después de la siembra y la profundidad de laboreo en cada tratamiento. Para medir la profundidad radicular se abrió una calicata de 1 m de ancho y 60 cms de profundidad, haciéndose las mediciones con una cinta métrica hasta la máxima profundidad alcanzada por las raíces del cultivo en cada tratamiento. La altura de planta se determinó con mediciones realizadas con cinta métrica y mira, desde la base hasta el punto de emergencia de la panoja de la planta y la profundidad de laboreo fue evaluada con un penetrómetro modelo LC-2, Baver (1973), Cassel (1978), Black (1965).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Previo al laboreo

##### Curva de tensión de humedad

Para la determinación de la curva de tensión de humedad del suelo se utilizó una modificación del método propuesto por Young (1962, 1966) y Hebert (1977).

Los resultados obtenidos en el porcentaje de humedad, para muestras disturbadas y no disturbadas, reflejan una diferencia bastante marcada en estos valores a las tensiones de: 0,1, 0,3 y 1 y 2 ATM., siendo mucho menor a partir de 5 ATM., Tabla 1.

Analizando estadísticamente estos valores mediante análisis de varianza y rango múltiple de Duncan, se encontraron diferencias significativas al 1% de probabilidades entre muestras disturbadas y no disturbadas. Esta diferencia se manifiesta con todas las tensiones y profundidades de suelo evaluados, con excepción de 20-40 cms., para tensiones de: 0,3; 1; 2 y 5 ATM. respectivamente, y en los 40-60 cms. para 2 ATM, en donde se presentan diferencias al 5% de probabilidad en el contenido de humedad para cada tratamiento, Tablas 4 al 15 del Apéndice 3. La diferencia de medias entre muestras disturbadas y no disturbadas no son consistentes a partir de la 5 ATM., lo cual puede deberse a que la humedad contenida en el suelo a partir de esta tensión no depende de la porosidad.

Al no existir variación entre las muestras no disturbadas, bien sea

Tabla 1. Porcentaje de humedad para muestras disturbadas y no disturbadas con diferentes tensiones y tres profundidades de muestreo.

Tensiones (ATM)	Profundidad (cm.)	Contenido de Humedad (%)								
		Muestra disturbada			No disturbada sobre disturbada			No disturbada sobre plato poroso		
1,0	0-20	47,62	47,62	47,83	33,64	33,68	31,79	32,24	32,68	32,56
	20-40	40,24	40,74	41,67	30,08	29,66	30,59	32,26	30,04	31,15
	40-60	41,89	41,46	41,46	33,14	31,79	30,00	34,53	33,96	34,25
0,3	0-20	40,30	38,71	41,38	29,41	28,84	27,45	28,50	30,31	28,15
	20-40	36,67	35,62	32,53	30,05	29,47	25,00	29,74	25,71	27,73
	40-60	34,12	34,85	35,48	25,00	27,91	27,27	27,62	27,32	27,47
1,0	0-20	35,71	35,82	36,36	28,87	27,62	27,13	27,38	28,21	26,29
	20-40	29,89	28,92	30,14	23,71	25,00	25,00	27,72	23,59	25,66
	40-60	32,39	31,51	31,94	24,76	24,16	23,24	25,00	23,17	24,09
2,0	0-20	29,76	27,38	29,55	23,74	24,38	24,64	24,36	23,53	23,79
	20-40	23,19	25,30	22,67	25,52	25,24	24,50	21,90	21,81	21,86
	40-60	27,50	26,03	26,83	19,12	23,08	21,51	22,71	21,82	22,27
5,0	0-20	22,37	23,08	22,97	21,19	21,38	20,95	20,57	20,15	20,00
	20-40	19,05	19,75	18,68	21,82	20,99	20,00	19,95	19,05	19,10
	40-60	20,55	21,59	21,95	16,18	18,79	18,18	17,65	18,26	17,96
15,0	0-20	23,08	22,86	23,59	21,84	21,29	21,90	20,00	20,22	20,24
	20-40	20,55	21,13	20,27	20,00	19,05	18,69	19,88	19,71	19,80
	40-60	21,18	20,41	21,52	18,75	19,02	19,25	18,87	19,19	19,03

Tabla N° 2. Diferencia del porcentaje de humedad entre muestras disturbadas y no disturbadas para diferentes tensiones y profundidades de evaluación.

Tensión (ATM.) (1)	Profundidad (Cms.) (2)	Contenido de Humedad (%)				
		Muestra disturbada (promedio) (3)	No disturbada sobre disturbada (4)	No disturbada sobre plato poroso (5)	Promedios (4) + (5)	Diferencia (3) - (6)
0,1	0-20	47,69	33,04	32,49	32,77	14,92
	20-40	40,88	30,11	31,15	30,58	10,30
	40-60	41,60	31,64	34,25	32,95	8,65
0,3	0-20	40,13	28,57	28,99	28,78	11,35
	20-40	34,94	28,17	27,73	27,95	6,99
	40-60	34,82	26,73	27,47	27,10	7,72
1,0	0-20	35,96	27,87	27,29	27,58	8,38
	20-40	29,65	24,57	25,66	25,12	4,53
	40-60	31,95	24,05	24,09	24,07	7,88
2,0	0-20	28,90	24,25	23,89	24,07	4,83
	20-40	23,72	25,09	21,86	23,48	0,24
	40-60	26,79	22,23	22,27	22,25	4,54
5,0	0-20	22,81	21,17	20,24	20,71	2,10
	20-40	19,16	20,94	19,10	20,59	-1,43
	40-60	21,36	17,72	17,96	17,84	3,52
15	0-20	23,16	21,68	20,15	20,92	2,24
	20-40	20,65	19,25	19,80	19,53	1,12
	40-60	21,04	19,01	19,02	19,02	2,02

colocadas directamente sobre el plato poroso o sobre las muestras disturbadas, se obtuvo un promedio de las tres observaciones para cada caso e igualmente se hizo para las muestras disturbadas. Con estos valores se elaboró la curva de tensión de humedad a las profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. Figura 2, 3 y 4. En estas curvas se puede observar que el agua está fácilmente disponible entre 0,1 y 2 ATM, de tensión, teniendo a estabilizarse y a existir mayor dificultad en el uso del agua por parte de los cultivos a partir de las 5 ATM, en las tres profundidades muestreadas.

En el estudio del comportamiento de la humedad durante el desarrollo del cultivo se utilizó como referencia la curva de tensión con muestra no disturbada y se estima la capacidad de campo bajo el mismo tratamiento a 1/3 ATM a las tres profundidades, Figura 5. Esta consideración fue hecha, ya que con las muestras disturbadas se hace una sobre-estimación de la humedad, debido al alto contenido gravimétrico del agua en estas muestras, causadas por un incremento en el espacio de poros total y en el tamaño de poros que pueden retener agua a bajas tensiones, Young (1962, 1966).

#### Densidad aparente y real

Antes de la preparación se realizaron, en diferentes sitios del campo, determinaciones de densidad aparente con la finalidad de disponer de un índice que permita medir el grado de compactación producido por los diferentes implementos de laboreo del suelo. La densidad aparente en estos suelos, con características de expansión y contracción, se incrementa con la profundidad, obteniéndose valores de la misma de: 1,41; 1,49 y 1,63 gr/cm<sup>3</sup> para: 0-20, 20-40 y 40-60 cms., respectivamente. Gerald (1971) reporta iguales incrementos en densidad para suelos arcillosos expansibles.

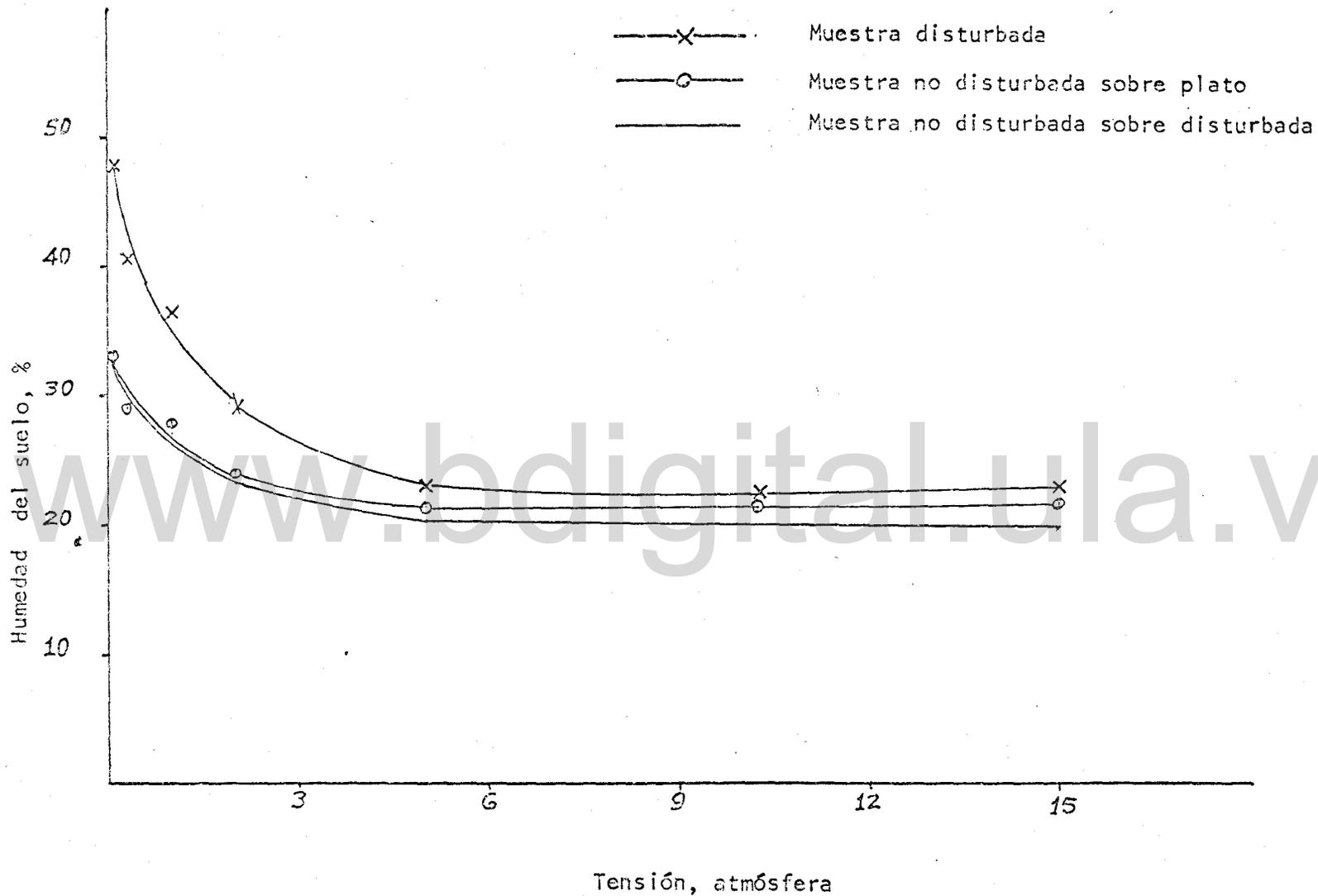


Figura 2. Relación entre la tensión y el porcentaje de humedad del suelo a profundidad de: 0-20 cms. con muestra disturbada y no disturbada.

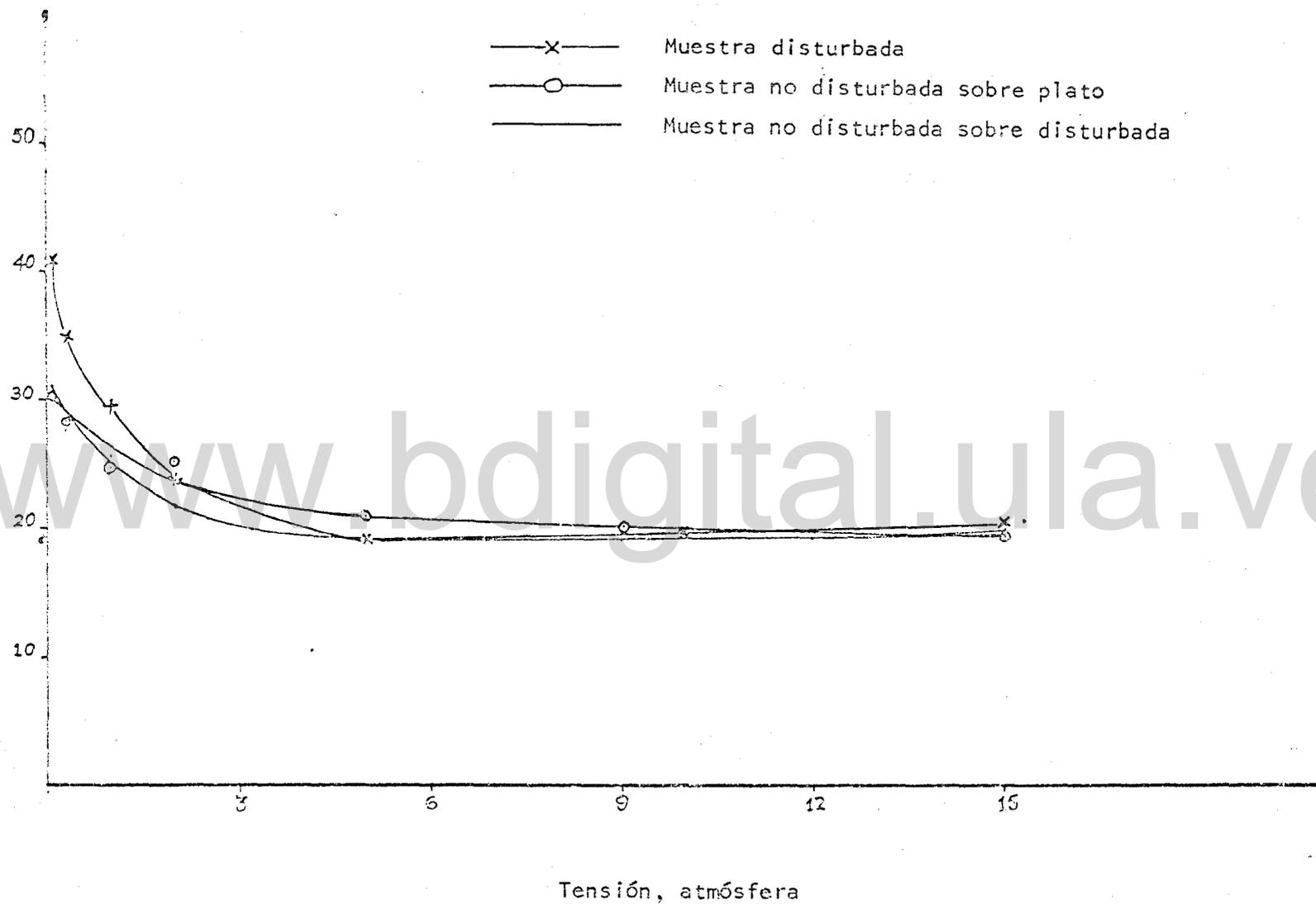


Figura 3. Relación entre la tensión y el porcentaje de humedad del suelo a profundidad de 20-40 cms. con muestra disturbada y no disturbada.

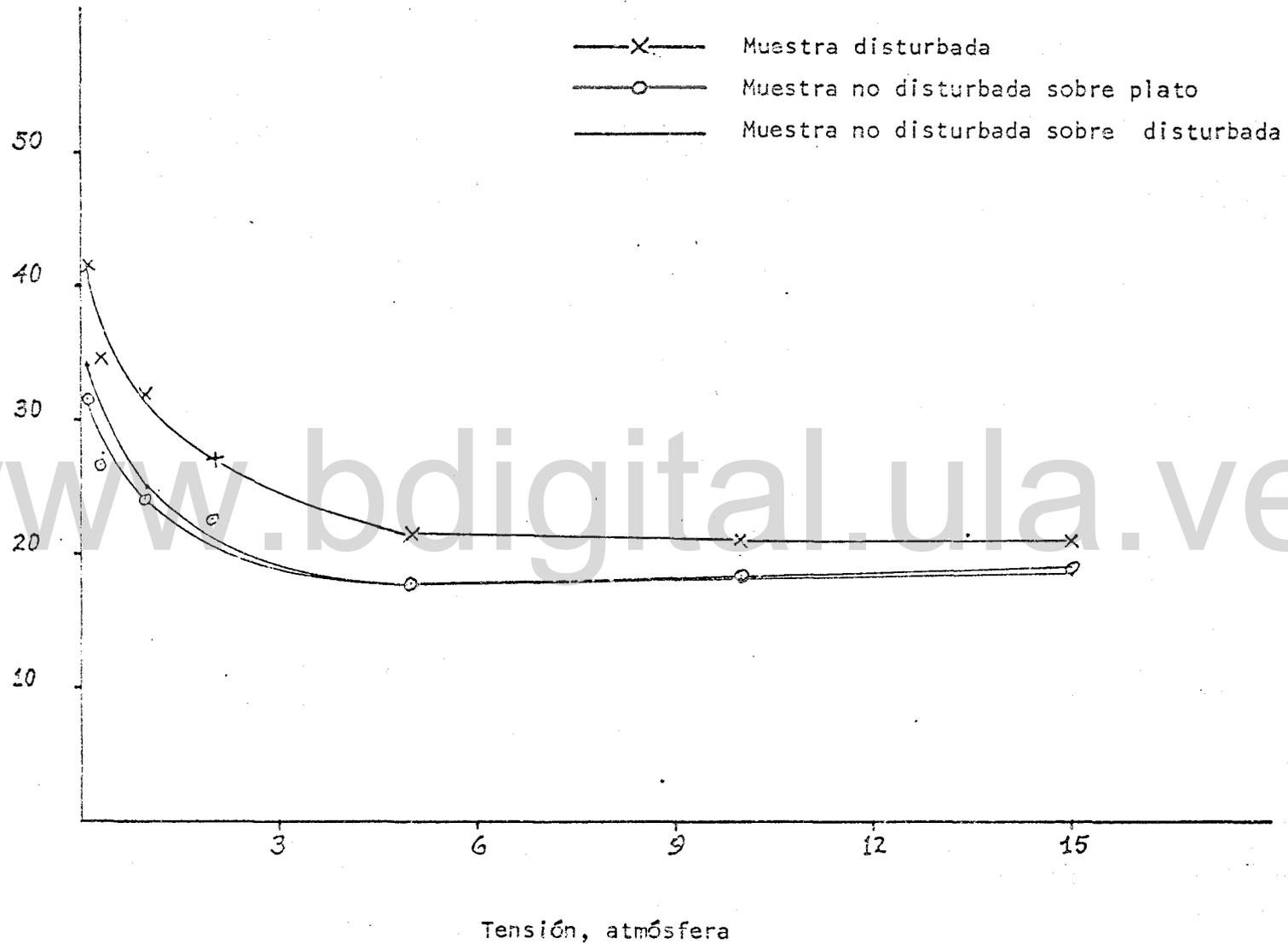


Figura 4. Relación entre la tensión y el porcentaje de humedad del suelo a profundidad de 40-60 cms. con muestra disturbada y no disturbada.

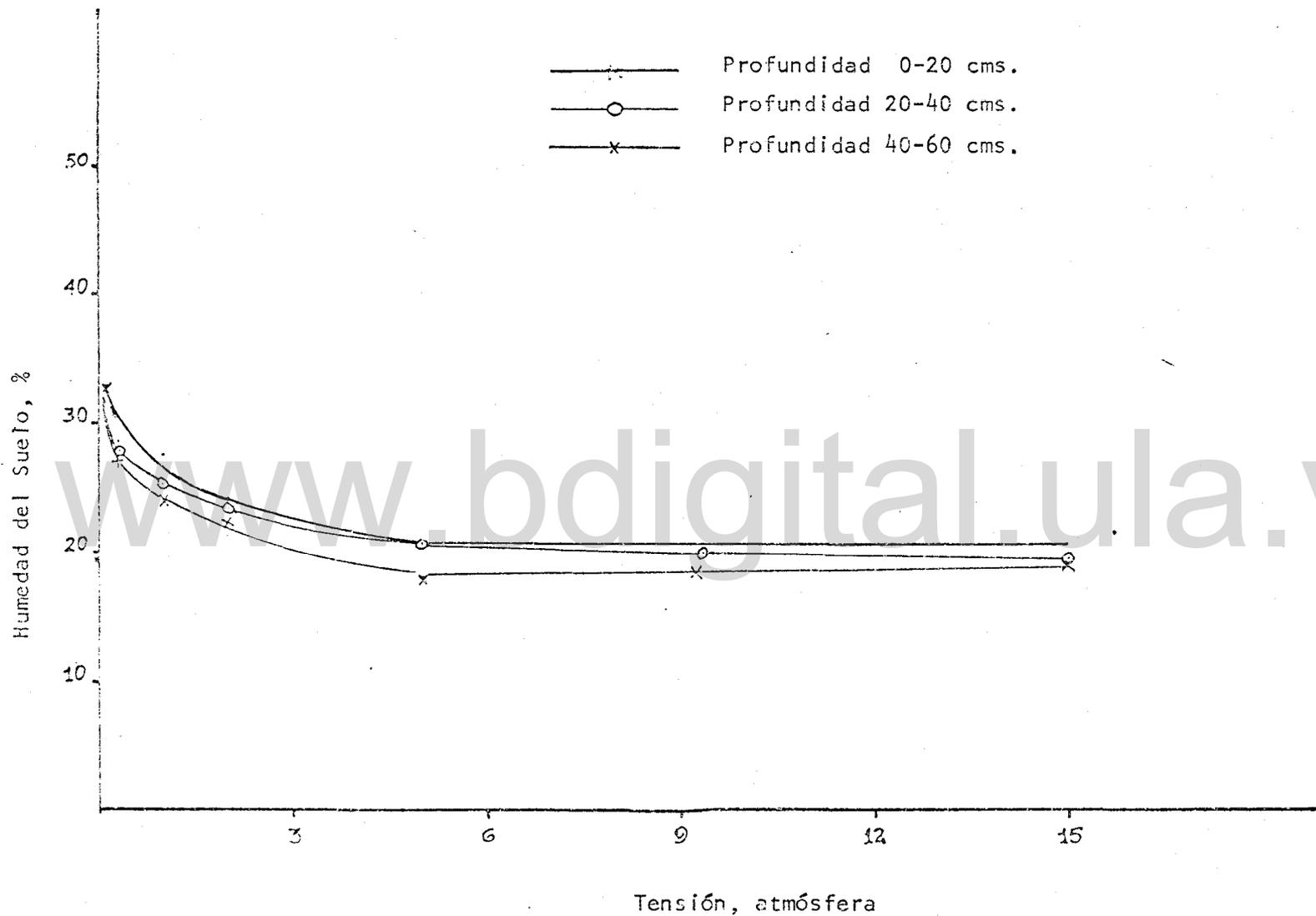


Figura 5. Relación entre la tensión y el porcentaje de humedad del suelo, mostrando el promedio de la humedad para las tres profundidades de evaluación.

La densidad real, a iguales profundidades, fue de: 2,60; 2,70 y 2,71 gr/cm<sup>3</sup>. Con estos valores y la densidad aparente, se determinó la porosidad total con la ecuación (4), para las tres profundidades de evaluación, Tabla 3.

### Infiltración

Las pruebas de infiltración realizadas con el infiltrómetro, antes del laboreo, arrojaron los siguientes resultados: 1,4 mm/hora de infiltración acumulada durante 240 minutos de evaluación, Figura 6. Estos valores fueron obtenidos como promedio de seis observaciones mediante las fórmulas:

(1), (2) y (3). El contenido de humedad del suelo durante la realización de estas pruebas fue de: 16,7; 15,23 y 14,55% para 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente; por lo cual no se considera un factor limitante durante la evaluación de la misma, ya que estas humedades están por debajo de la correspondiente a 15 ATM de tensión, determinada en laboratorio para estos suelos.

Tabla 3. Porosidad total del suelo a profundidades de: 0-20; 20-40 y 40-60 cm

Porosidad total %		
0-20	20-40	40-60
45,8	45,0	39,9

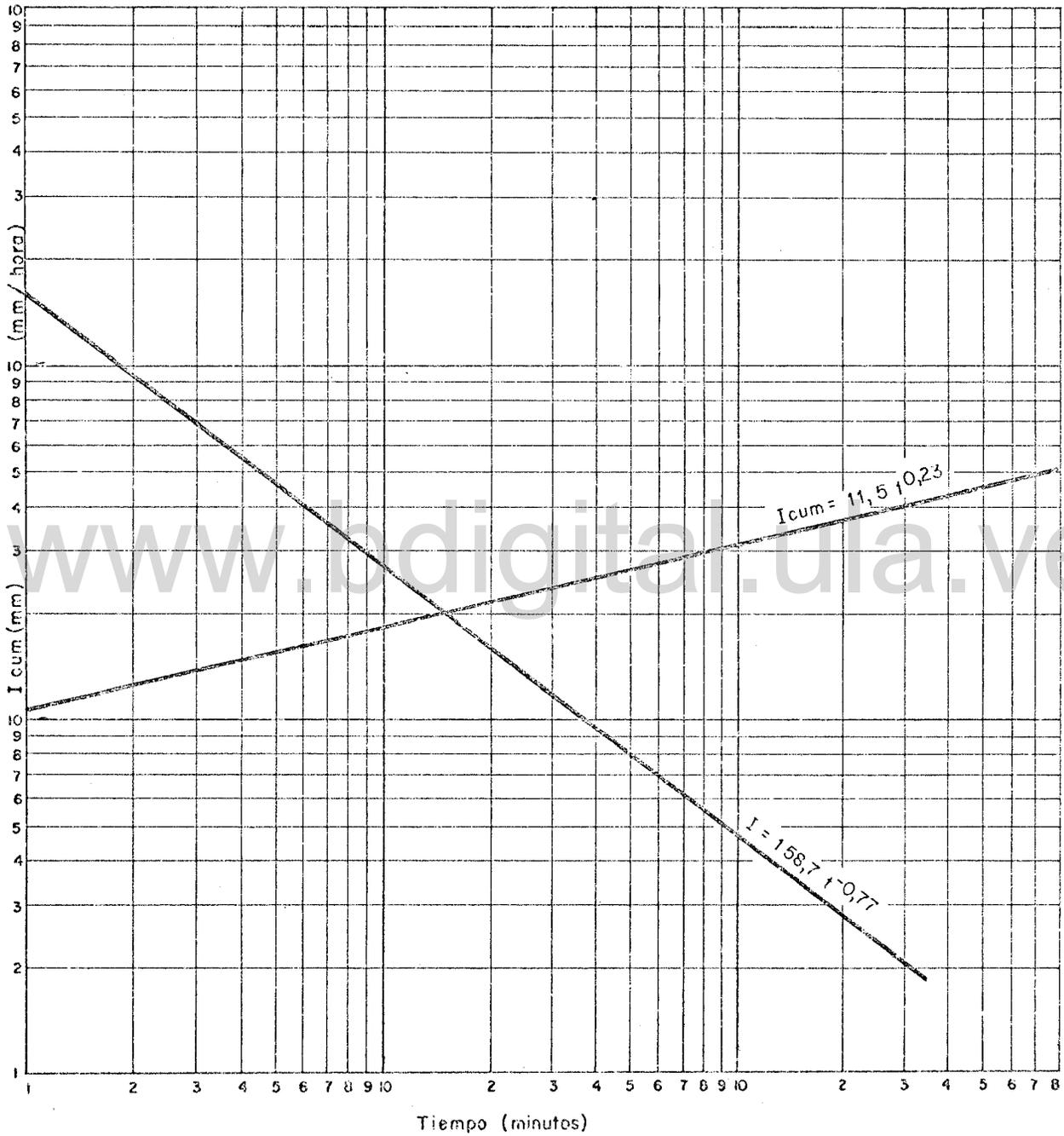


Figura 6. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo antes del laboreo.

Después del LaboreoDistribución de agregados

La determinación de la distribución de agregados por tamaño, para cada tratamiento, muestra que el mayor porcentaje de los mismos está, ya sea por encima de los 19 mm. o por debajo de 2 mm, encontrándose que con cuatro pases de rastra para cada tratamiento principal, el porcentaje de agregados mayores de 19 mm es superior que el obtenido con seis pases; no así, con los agregados de menor diámetro, los cuales se incrementan en forma significativa con el laboreo, Tabla 4. Esto trae como consecuencia un deterioro de la granulación y por ende menor infiltración y aireación del suelo, Bayer (1965, 1973) y Hagin (1952).

Tabla 4. Distribución porcentual de agregados por tratamientos

Prácticas de laboreo		Diámetros de agregados (mm)					
		19	19-16	16-13	13-5	5-2	2
Arado	4 rastra	30,0	7,4	5,2	19,0	12,4	26,0
	6 rastra	25,8	7,0	5,6	19,2	14,0	28,4
Big-rome	4 rastra	30,6	7,6	5,2	19,6	12,6	24,4
	6 rastra	21,6	8,4	6,8	21,4	14,2	27,6
	4 rastra	30,0	9,0	6,2	21,0	12,4	21,4
	6 rastra	24,8	8,8	7,0	23,6	13,8	22,0

Otra fracción importante en la distribución porcentual de los agregados, para cada tratamiento, está comprendida entre los 9 y 3,5 mm de diámetro siendo mayor para rastreo solamente, siguiendo big-rome y por último aradura, cada uno con seis y cuatro pases de rastra.

Con los resultados obtenidos en la distribución de agregados por tamaño para cada tratamiento, se hicieron diferentes grupos para ser sometidos a análisis de varianza y prueba de Duncan, Tabla 5. Mediante estas pruebas se encontró que para agregados entre 2 y 5 mm de diámetro existían diferencias significativas al 5% de probabilidades para tratamientos principales y sub-tratamientos; no así para la interacción entre ambos, Tablas 6, 7, y 8. Las diferencias de medias obtenidas para tratamientos principales muestran que existe significancia entre rastreo solamente y aradura; pero no, con respecto a big-rome y entre éste y aradura. Para sub-tratamiento en la comparación de medias, se obtuvo 1,52 mm de diámetro de diferencia entre seis y cuatro pases de rastra.

Tabla 5. Distribución de tamaño de agregados para los diferentes tratamientos de mecanización.

Prácticas de laboreo	Diámetro de agregados (mm)							
	19	19-16	16-13	13-5	5-2	0-2	D.P.M.	
Arado	4 rastra	1,50	0,37	0,26	0,95	0,62	1,30	22,27
	6 rastra	1,29	0,35	0,28	0,96	0,70	1,42	22,70
Big-rome	4 rastra	1,53	0,38	0,26	0,98	0,63	1,22	22,67
	6 rastra	1,08	0,42	0,34	1,07	0,71	1,38	25,78
Rastreo	4 rastra	1,50	0,45	0,31	1,05	0,62	1,07	25,06
	6 rastra	1,24	0,44	0,35	1,18	0,69	1,10	26,91

Para agregados cuyos diámetros son mayores de 2 y 19 mm, no existe diferencia significativa según análisis de varianza Tabla 16 y 17 del Apéndice 4.

Los resultados obtenidos muestran el efecto negativo de la mecanización sobre el tamaño de agregados, observándose un deterioro en los mismos a medida que se incrementan las prácticas de laboreo, siendo por lo tanto importante tomar ciertas medidas en la preparación de estos suelos, a fin de evitar el deterioro de su estructura.

Tabla 6. Análisis de varianza para agregados entre 2 y 5 mm

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t 0,05	0,01
Laboreo primario	8					
Repeticiones	2	0,070	0,035	10*	6,94	
A	2	0,072	0,036	10,29*	6,94	
Error (a)	4	0,014	0,0035			
Laboreo secundario	9					
B	1	0,11	0,11	6,11*	5,99	
A x B	2	0,00561	0,0028	0,16	N. S.	
Error (b)	6	0,11	0,018			

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Tabla 7. Prueba de Duncan para Tratamientos Principales

Comparación	Diferencia	SED	Conclusiones
$A_3 - A_1$	0,15	0,097	*
$A_3 - A_2$	0,07	0,097	N.S.
$A_2 - A_1$	0,08	0,097	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Tabla 8. Prueba de Duncan para sub-tratamientos

Comparación	Diferencia	SED	Conclusiones
$B_2 - B_1$	1,52	0,15	*

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

#### Profundidad de Laboreo

La profundidad de laboreo fue analizada con un penetrómetro, teniendo por finalidad determinar la calidad de preparación con el uso de los diferentes implementos agrícolas. Los resultados obtenidos señalan que con big-rome y arado, para cuatro y seis pases de rastra, se lograron mayores profundidades en la preparación con respecto a rastreo solamente, cuatro y seis pases, Tabla 9. Analizando el número de pases de rastra independientemente de las labores primarias, se pudo constatar que existe poca diferencia en cuanto a la magnitud del rastreo utilizado en la profundidad de preparación, a excepción de big-rome, en donde seis pases de rastra resultaron ser más efectivos en

la calidad de laboreo con respecto a cuatro pases. Aparentemente no hay explicación lógica, ya que con mayor laboreo secundario se reduce el nivel de esponjamiento producido por las labores primarias, Bayer (1965, 1975).

Tabla 9. Profundidad de preparación con los diferentes implementos agrícolas

Profundidad Promedio de Preparación (cms)					
Arado		Big-rome		Rastro	
4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	4 pases	6 pases
14,42	13,65	13,98	15,64	11,64	11,42

El análisis de varianza de los resultados muestra diferencias significativas al 5% de probabilidades para tratamientos principales, no así, para sub-tratamiento y la interacción entre éste y tratamiento principal, Tabla 10.

Tabla 10. Análisis de Varianza para Tratamientos

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	8					
Repeticiones	2	7,43	3,715	3,180		
A	2	35,26	17,630	15,068*	6,94	
Error (a)	4	4,68	1,170			
Laboreo Secundario	9					
B	1	0,22	0,22	0,23	N.S.	
A x B	2	4,91	2,46	2,52	N.S.	
Error (b)	6	5,85	0,975			

\* Diferencia significativa al 5% de Probabilidad.

Mediante la prueba de Duncan, se detectaron diferencias significativas entre medias para tratamientos principales. Big-rome y arado dieron 3,28 y 2,49 cms más de profundidad de preparación con respecto a rastreo solamente. Entre arado y big-rome no se encontraron diferencias, Tabla 11.

Tabla 11. Prueba de Duncan para Tratamientos Principales

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$A_2 - A_3$	3,28	1,76	*
$A_2 - A_1$	0,79	1,76	N.S.
$A_1 - A_3$	2,49	1,73	*

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

La profundidad del laboreo es de gran importancia ya que permite un mayor desarrollo radicular y mejor aprovechamiento del agua y los nutrientes disponibles en el suelo, lo cual redundará en beneficio del desarrollo del cultivo, Baver (1965, 1973), Barber (1971), Van Doren (1976).

El laboreo secundario redujo el nivel de esponjamiento producido por el arado y el big-rome, ya que con estos implementos, habiéndose logrado una profundidad de preparación de 25 cms., aproximadamente; con cuatro y seis pasadas de rastra, disminuyó a 14 y 15 cms, respectivamente, es decir entre 56 a 60% de la preparación inicial. Baver (1973), reporta resultados similares con el uso del laboreo secundario.

Densidad Aparente

Los valores obtenidos para densidad aparente varían en función al implemento y a la magnitud de laboreo utilizado. En los primeros 20 cms. se observa cierta mejora de la densidad, cuando el suelo es arado y luego rastreado con cuatro y seis pases; no ocurriendo así con big-rome y rastra solamente, con igual número de rastreo que aradura. Big-rome con cuatro y seis pases de rastra afecta muy poco la densidad aparente, en cambio que el rastreo, con cuatro y seis pases, incide en forma detrimental sobre la misma. Tabla 12.

Tabla 12. Valores de densidad aparente a tres profundidades y con diferentes prácticas de laboreo.

Profundidad (cms.)	Densidad aparente gr/cm <sup>3</sup>						
	Arado		Big-rome		Rastra		Sin laboreo (mínima labranza)
	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	4 pases	6 pases	
0-20	1,38	1,39	1,40	1,42	1,51	1,47	1,41
20-40	1,55	1,52	1,58	1,53	1,66	1,64	1,49
40-60	1,57	1,58	1,60	1,55	1,64	1,59	1,63

Entre los 20-40 cms todas las prácticas de mecanización producen efecto de compactación, ya que los valores de densidad obtenidos son superiores a no laboreo. La mayor compactación es producida con rastreo solamente, siguiéndole en orden de importancia big-rome y luego arado; en cuanto a la magnitud del rastreo, cuatro pases produjeron un efecto más marcado que seis; en las demás prácticas de laboreo primario, resultó ser todo lo contrario. Los resultados obtenidos en el primer caso posiblemente se deban a error de muestreo, ya

que no existe una explicación lógica.

A partir de los 40 cms. se presentan algunas variaciones en los resultados de densidad aparente para cada tratamiento en particular, Figura 7; esto no puede ser reflejo de las prácticas de mecanización, ya que con aradura, bigrome y rastreo solamente, apenas se alcanzaron profundidades de 25 y 12 cms., respectivamente. Podría pensarse que esta variación sea producto del muestreo o de la cantidad de concreciones de carbonatos de calcio, lo cual es muy variable a esta profundidad.

Los resultados de densidad aparente a las tres profundidades fueron sometidos a análisis estadísticos, encontrándose que no existían diferencias significativas para tratamientos y la interacción entre ambos, Tabla 18 del Apéndice 5. Aplicando la prueba de Duncan en la comparación de medias para tratamientos principales, se obtuvo una diferencia de  $0,11 \text{ gr/cm}^3$  entre la densidad producto del rastreo solamente con respecto a aradura y de  $0,16 \text{ gr/cm}^3$  entre rastreo solamente y no laboreo, para profundidades de 0-20 y 20-40 cms., respectivamente. Las comparaciones de medias entre los otros tratamientos, no muestran diferencias significativas, Tabla 13. Estos resultados reflejan la bondad de la aradura en el aflojamiento del suelo, lo cual conlleva a una mejora en la densidad aparente y por tanto una mejor relación aire-agua en el suelo resultados parecidos fueron obtenidos por Larson (1963) con el uso del arado, esto redundó en un mayor desarrollo radicular y del cultivo. Con el rastreo solamente, se incrementa el efecto de compactación.

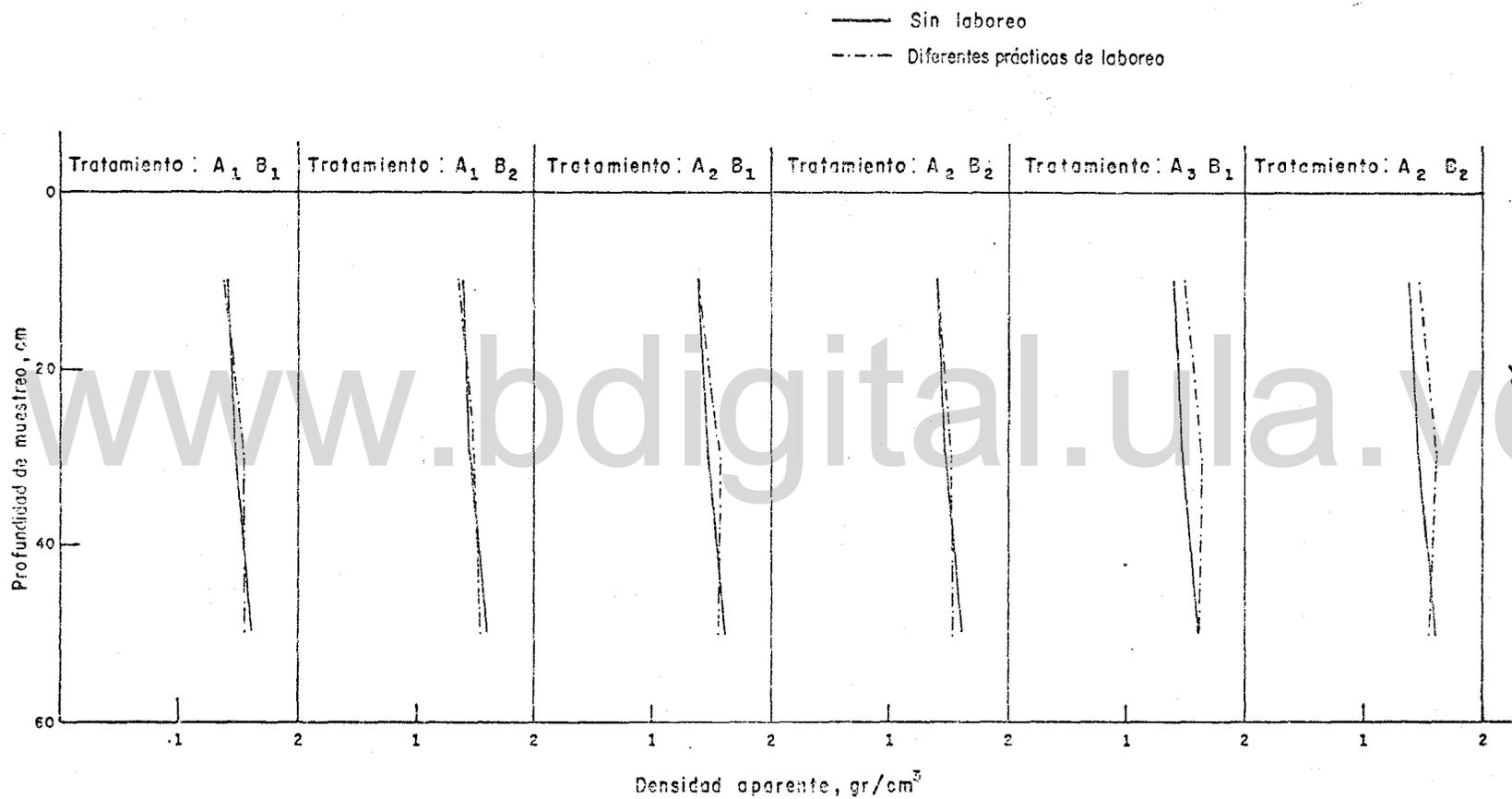


Figura N° 7.- RELACION DE LA DENSIDAD APARENTE Y PROFUNDIDAD DE MUESTREO CON LAS DIFERENTES PRACTICAS DE MECANIZACION Y NO LABOREO

Tabla 13. Prueba de Duncan para tratamientos principales a profundidades de:  
0-20 y 20-40 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$A_3-A_1$	0,11	0,099	*
$A_3-A_2$	0,08	0,099	N.S.
$A_3-A_4$	0,08	0,099	N.S.
$A_4-A_1$	0,03	0,097	N.S.
$A_4-A_2$	0,00	0,097	N.S.
$A_2-A_1$	0,03	0,094	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$A_3-A_4$	0,16	0,13	*
$A_3-A_1$	0,12	0,13	N.S.
$A_3-A_2$	0,10	0,13	N.S.
$A_2-A_4$	0,06	0,13	N.S.
$A_2-A_1$	0,02	0,13	N.S.
$A_1-A_4$	0,04	0,12	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Baver (1965, 1973), Barber (1971), Stolzy (1961), Larson (1963), Veimeyer (1948), Jamison (1951) y otros, encontraron que cualquier limitación mecánica en el suelo, producto de la compactación, incide en el desarrollo radicular de los cultivos .

Con los datos de densidad aparente y densidad real se determinó la porosidad total del suelo mediante la fórmula (4). Esta expresión representa el porcentaje en volumen del espacio de poros, pero no las dimensiones de éstos; siendo la porosidad total dependiente de la densidad aparente, cualquier cambio que ocurra en ésta, va a incidir sobre la misma. Así se tiene que en los primeros 20 cms del perfil, la menor porosidad coincide con rastreo solamente, cuatro y seis pases de rastra; siendo mayor en aquellos casos donde se alcanzó una mejor preparación del suelo. Entre los 20-40 cms el efecto de la compactación, producida por los implementos, se manifiesta sobre la porosidad total; siendo más marcada en aquellos casos donde ocurrió un efecto más detrimental del laboreo, Tabla 14.

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas, al 5% de probabilidades, para tratamientos principales, sub-tratamientos y la interacción entre ambos a las profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente, Tabla 19 del Apéndice 5.

Aplicando la prueba de Duncan en la comparación de medias para tratamientos principales se obtuvo una diferencia de 3,91% de porosidad total entre arado con respecto a rastreo solamente, y de 5,79% para no laboreo en relación a rastreo solamente, para profundidades de: 0-20 y 20-40 cms respectivamente. Tabla 15.

La aradura resultó ser la mejor práctica de mecanización, ya que con

Tabla 14. Relación porosidad total y diferentes prácticas de mecanización

Profundidad (cms)	Porosidad total %						
	Arado		Big-rome		Rastra		Sin laboreo
	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	
0-20	46,92	46,41	46,16	45,51	42,05	43,46	45,77
20-40	42,93	43,91	41,82	43,54	38,87	39,61	45,05
40-60	41,94	41,70	40,84	42,80	39,61	41,33	39,85

Tabla 15. Prueba de Duncan para tratamientos principales a: 0-20 y 20-40 cms de profundidad.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
A <sub>1</sub> -A <sub>3</sub>	3,91	3,87	*
A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	0,90	3,87	N.S.
A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub>	0,83	3,87	N.S.
A <sub>2</sub> -A <sub>3</sub>	3,08	3,80	N.S.
A <sub>2</sub> -A <sub>4</sub>	0,07	3,80	N.S.
A <sub>4</sub> -A <sub>3</sub>	3,01	3,69	N.S.

\*Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Tabla 15. Prueba de Duncan para tratamientos principales a: 0-20 y 20-40 cms de profundidad (Continuación)  
Profundidad:20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$A_4-A_3$	5,79	4,86	*
$A_4-A_2$	2,34	4,86	N.S.
$A_4-A_1$	1,60	4,86	N.S.
$A_1-A_3$	4,19	4,77	N.S.
$A_1-A_2$	2,34	4,77	N.S.
$A_2-A_3$	3,45	4,63	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Ésta se logró una mejora en la densidad aparente y por ende en la porosidad total; en cambio que rastreo solamente produjo efecto negativo sobre las mismas, siendo inapropiado el uso de esta práctica de laboreo debido a su influencia sobre estas importantes propiedades físicas que son determinantes en la suplencia de oxígeno, almacenamiento de agua y desarrollo del cultivo.

### Infiltración

Una vez realizado el laboreo con los diferentes implementos agrícolas, se procedió a determinar como habían incidido los mismos en la capacidad de infiltración del suelo. Con los resultados obtenidos con el uso del infiltrómetro para medir la rata de penetración de agua en el suelo Figura 8 y las

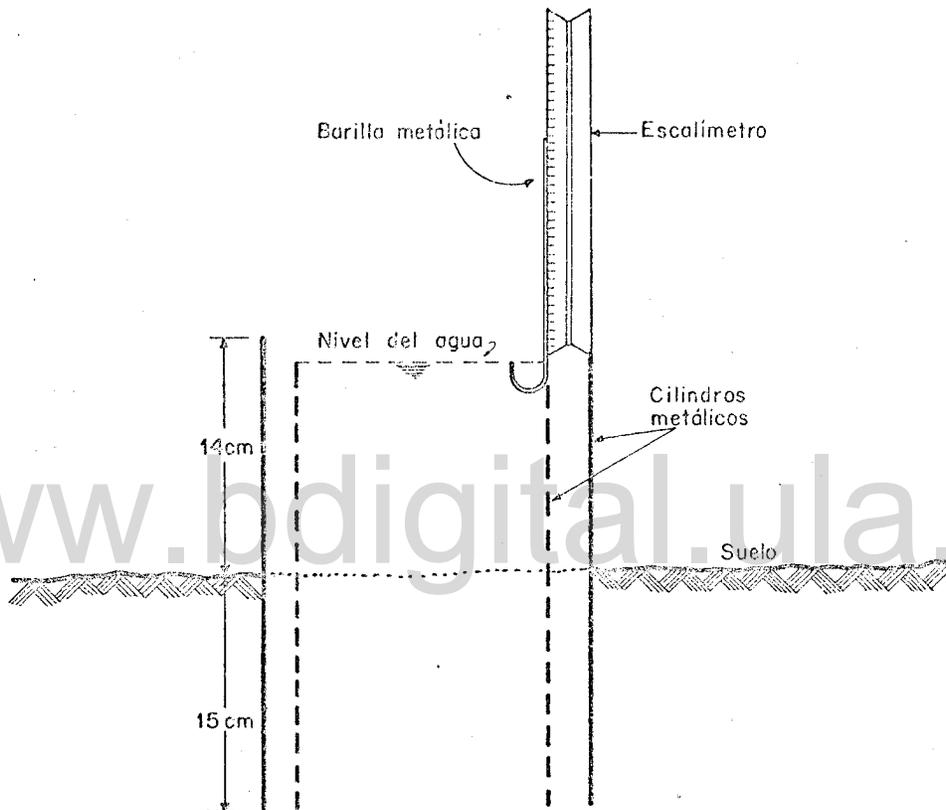


Figura 8. Equipo para determinar la rata de penetración del agua en el suelo; mostrando los cilindros, escalímetros, barilla metálica y nivel del agua.

fórmulas (1), (2) y (3), se determinó la infiltración acumulada y la infiltración acumulada y la infiltración básica para cada tratamiento en particular, Figuras del 1 al 6 del Apéndice 6. La infiltración básica de: 1,4; 15,2; 15,0 6,1; 11,5; 12,0 y 4,8 mm/hora para no laboreo, arado más cuatro y seis pa - ses de rastra, big-rome con cuatro y seis pases de rastra y rastreo solamente, cuatro y seis pases respectivamente, Tabla 16. arado con cuatro y seis pa - ses de rastra produjo igual efecto sobre la infiltración básica; siendo ésta: 10,8; 2,6; 1,3; 1,25 y 3,13 veces superior a la obtenida con no laboreo, big-rome con cuatro y seis pases de rastra y rastreo solamente, cuatro y seis pases. Big-rome con seis pases de rastra dió valores de infiltración mayor que rastreo solamente con igual número de pases y no laboreo; en cambio que rastreo solamente, cuatro pases, fue superior a big-rome con cuatro pases de rastra y no laboreo, Figura 9.

Tabla 16. Efecto del laboreo sobre la infiltración básica

Profundidad (cms)	Infiltración básica promedio (mm/hora)						
	Arado		Big-rome		Rastra		Sin laboreo
	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	
15	15,2	15,0	6,1	11,5	12	4,8	1,4

Como era de esperarse, iguales resultados se obtuvieron en la infiltración acumulada del suelo durante 240 minutos de prueba en las diferentes prácticas de mecanización; observándose el efecto positivo del laboreo sobre no laboreo en la penetración del agua. Los resultados de infiltración acumulada

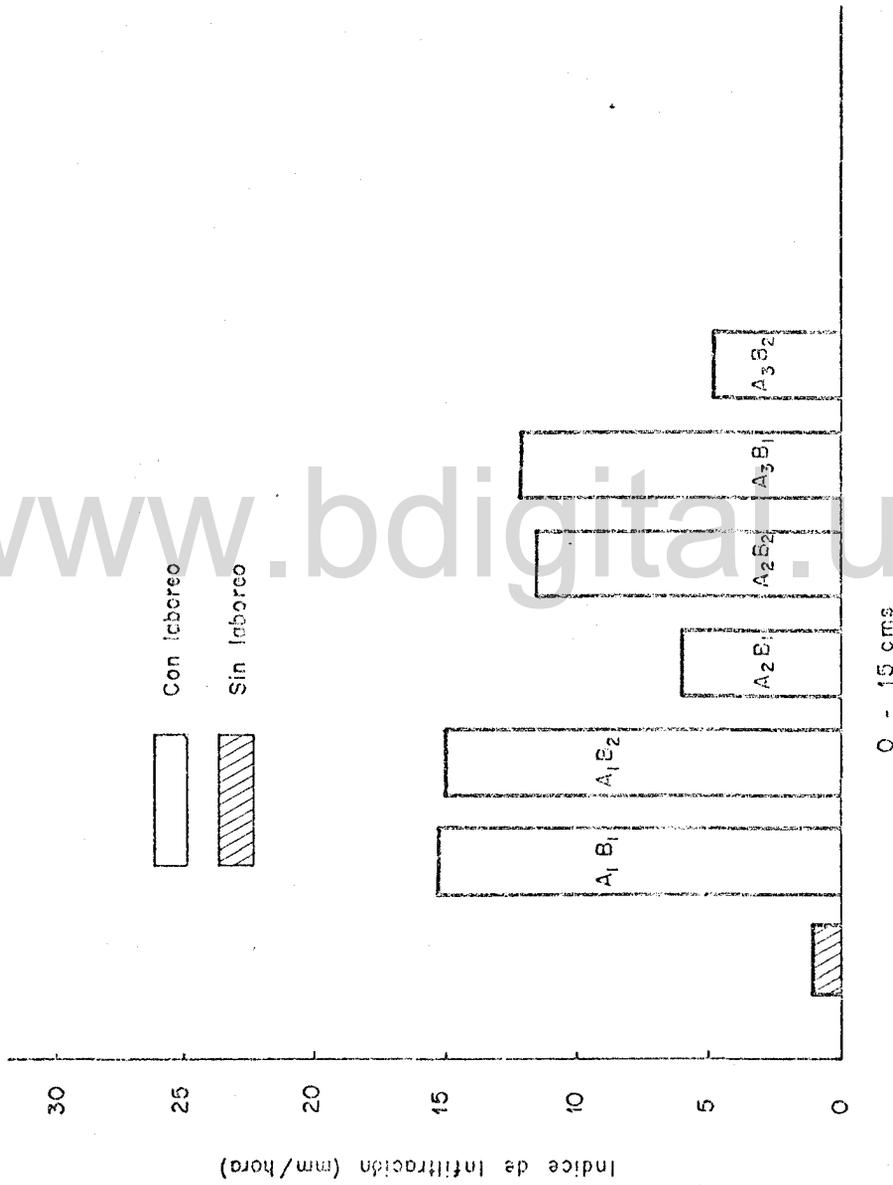


Figura 9. Efecto del laboreo en la tasa de infiltración del suelo señalando como han incidido las diferentes prácticas de mecanización y no laboreo sobre la misma a profundidad de 15 cms.

fueron: 106,67; 90,0; 60,67; 79,17; 92,33; 65,67 y 40 mm para arado con cuatro y seis pases de rastra; big-rome más cuatro y seis pases de rastra, rastreo solamente cuatro y seis pases y no laboreo respectivamente, Tabla 17. Estos resultados muestran que arado con cuatro y seis pases de rastra resultó ser superior a las demás prácticas de laboreo con igual secuencia de rastreo, y a no laboreo, en el mejoramiento de la infiltración acumulada, Figura 10.

Los resultados de infiltración básica y acumulada fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Duncan, encontrándose que no existían diferencias significativas para tratamientos principales, sub-tratamientos y la interacción entre ambos, Tablas 20 y 21 del Apéndice 6.

Tabla 17. Efecto del laboreo sobre la infiltración acumulada.

Profundidad (cms)	Infiltración acumulada promedio (mm)						
	Arado		Big-rome		Rastra		Sin laboreo
	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	
15	106,67	90	60,67	79,17	92,23	65,67	40

Antes de las pruebas de infiltración, se hicieron determinaciones del contenido de humedad del suelo para cada tratamiento en las tres repeticiones. El promedio de la humedad para arado, big-rome y rastreo solamente, cada uno con cuatro y seis pases de rastra, dieron 17,13; 16,06; 18,17; 18,46 y 17,07% respectivamente; estos valores de humedad están por debajo de la determinada

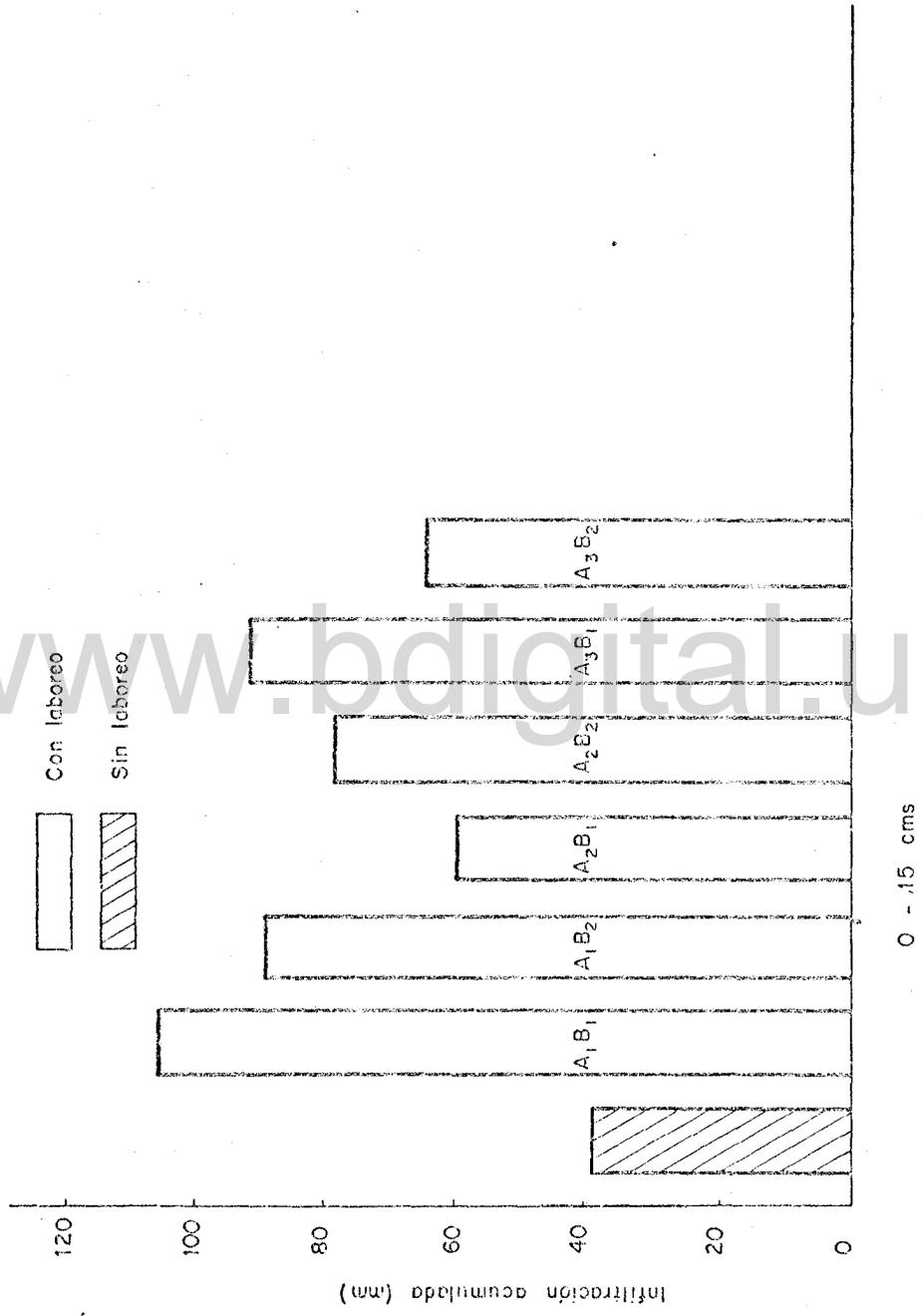


Figura 10. Efecto del laboreo y no laboreo en la infiltración acumulada a profundidades de 15 cms.

en laboratorio a 15 ATM de tensión.

### Desarrollo vegetativo y floración del cultivo

#### Contenido de humedad en el perfil del suelo

Durante el desarrollo del cultivo, se hicieron determinaciones de humedad en el perfil del suelo, Tabla 18. El objetivo de las mismas era evaluar el efecto de las diferentes prácticas de mecanización sobre la penetración de agua en el suelo.

En el mes de Marzo cuando el cultivo se mantuvo bajo riego por aspersión, los resultados mostraron pocas variaciones en el contenido de humedad a las profundidades evaluadas. En los primeros 20 cms., arado con seis y cuatro pases de rastra, resultaron ser los de menor capacidad de almacenamiento a esta profundidad. Entre los 20-40 cms., big-rome más cuatro y seis pases de rastra, resultaron ser los de menor capacidad de almacenamiento a esta profundidad. Entre los 20-40 cms., big-rome más cuatro y seis pases de rastra y arado con cuatro pases de rastra mostraron humedades por debajo del 20% durante las dos evaluaciones y a partir de los 40 cms., hasta los 60 cms., todos los tratamientos estuvieron por debajo del 20% de humedad, observándose más el efecto con arado más cuatro pases de rastra, big-rome con cuatro y seis pases de rastra y rastreo solamente, cuatro y seis pases. Ninguno de los tratamientos a las tres profundidades evaluadas alcanzaron la capacidad de campo estimada a 1/3 de ATM en laboratorio; lo que es indicativo de la baja eficiencia del riego por aspersión durante las primeras etapas del desarrollo del cultivo, lo cual posiblemente se deba a la alta velocidad del viento predominante en la zona durante esta época del año.

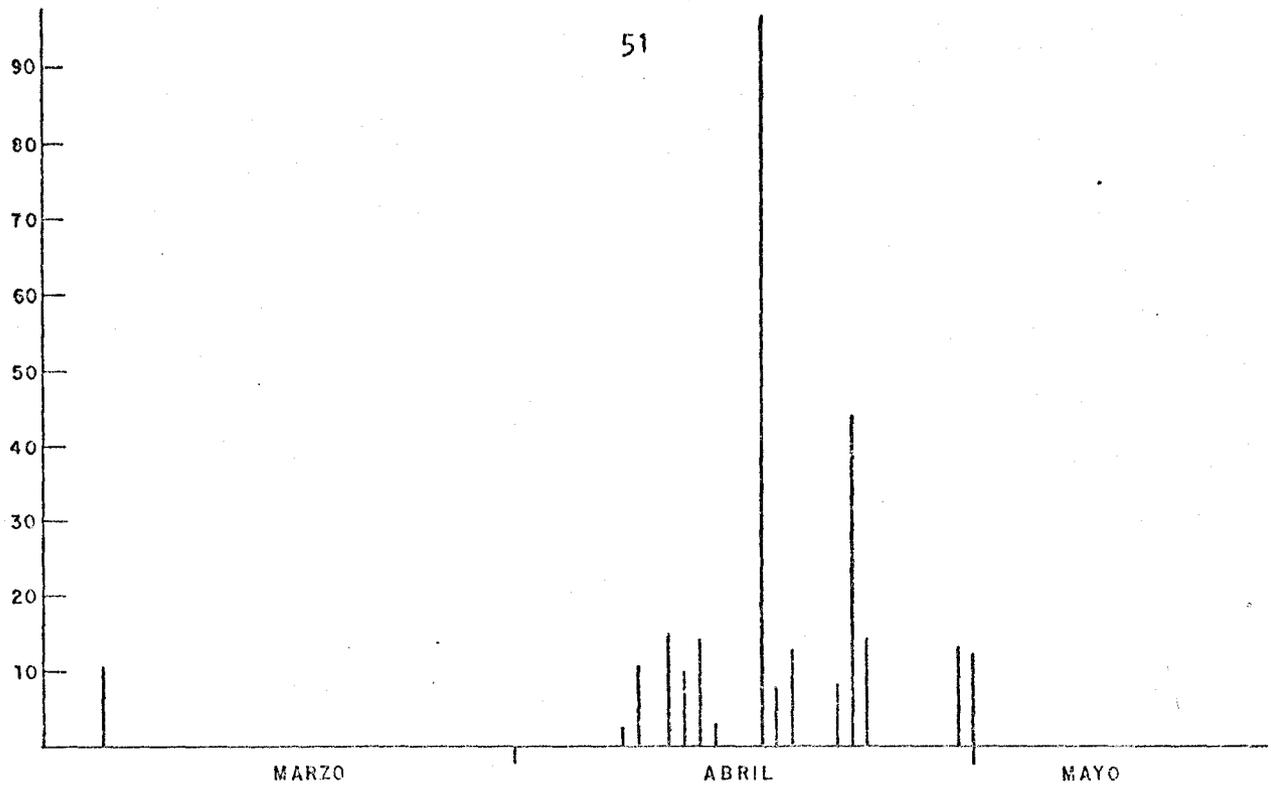
Tabla 18. Contenido de humedad (%) en las profundidades de: 0-20; 20-40 y 40-60 cms. para los diferentes tratamientos durante el desarrollo del cultivo.

Fecha de muestreo	Profundidad	Contenido de humedad (%)							
		Arado		Big-rome		Rastreo		Sin	
		4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	4 rastra	6 rastra	laboreo	
27-3-78	0-20	19,37	20,60	20,56	18,78	20,90	20,61	22,18	
	20-40	19,34	20,75	18,75	18,58	20,16	20,05	20,65	
	40-60	19,76	20,21	17,44	16,92	17,36	16,56	17,93	
31-3-78	0-20	22,90	23,10	19,05	26,70	24,06	23,85	26,00	
	20-40	18,74	21,19	19,60	17,90	21,82	20,46	22,12	
	40-60	16,87	18,40	17,59	17,26	16,94	16,92	18,76	
19-4-78	0-20	33,74	30,91	29,38	28,31	29,22	30,55	29,41	
	20-40	26,66	27,48	25,43	24,05	24,54	25,66	23,20	
	40-60	23,24	24,90	22,33	21,91	23,64	22,10	20,68	
27-4-78	0-20	26,45	26,59	25,83	25,78	26,58	25,10	25,86	
	20-40	24,61	26,21	23,78	24,12	25,59	25,01	24,11	
	40-60	23,06	24,49	25,19	23,38	23,77	22,42	22,75	
10-5-78	0-20	25,68	24,77	22,05	25,79	24,21	25,89	23,41	
	20-40	25,40	23,39	21,59	23,15	23,17	22,01	23,76	
	40-60	20,77	25,08	24,04	22,20	22,20	20,98	19,69	

En el mes de Abril, cuando se hicieron presentes las lluvias y la distribución del agua fue más uniforme, se hizo manifiesto el efecto de las diferencias prácticas de laboreo en la penetración, distribución y almacenamiento del agua en el suelo. En la profundidad de 0-20 cms., arado con cuatro pases de rastra mostró la mayor capacidad de almacenamiento de agua; en este tratamiento el contenido de humedad estuvo por encima de  $1/3$  ATM de tensión estimada en laboratorio como capacidad de campo, Figura 11. Rastreo, seis pases y arado con igual número de rastreo, lograron alcanzar la humedad a tensión de  $1/3$  ATM; los demás tratamientos estuvieron por debajo de la misma. Entre los 20-40 cms., los tratamientos que más se acercaron a humedad de  $1/3$  de ATM en orden de importancia fueron: Arado con seis y cuatro pases de rastra y luego rastreo, seis pases y big-rome más cuatro pases de rastra; los demás tratamientos estuvieron por debajo del 25% de humedad, siendo más crítica la situación para no laboreo, Figura 12. A partir de los 40-60 cms., restante, en ningún tratamiento se logró alcanzar la humedad a  $1/3$  ATM del suelo, manteniéndose la misma por debajo del 25%, Figura 13. Las fechas de muestreo y las láminas precipitadas aparecen en la Tabla 18 y las Figuras anteriormente señaladas.

El comportamiento de la humedad mostrada, en las tres últimas figuras para las tres profundidades de evaluación, señalan que la humedad a  $1/3$  ATM apenas se alcanzó en aquellos casos en donde hubo una buena preparación del suelo y cuando las lluvias caídas se hicieron considerables.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, no existiendo diferencias significativas para las evaluaciones realizadas a las tres profundidades el 27 y 31 de Marzo de 1978, antes y después del riego, Ta



www.bdigital.ula.ve

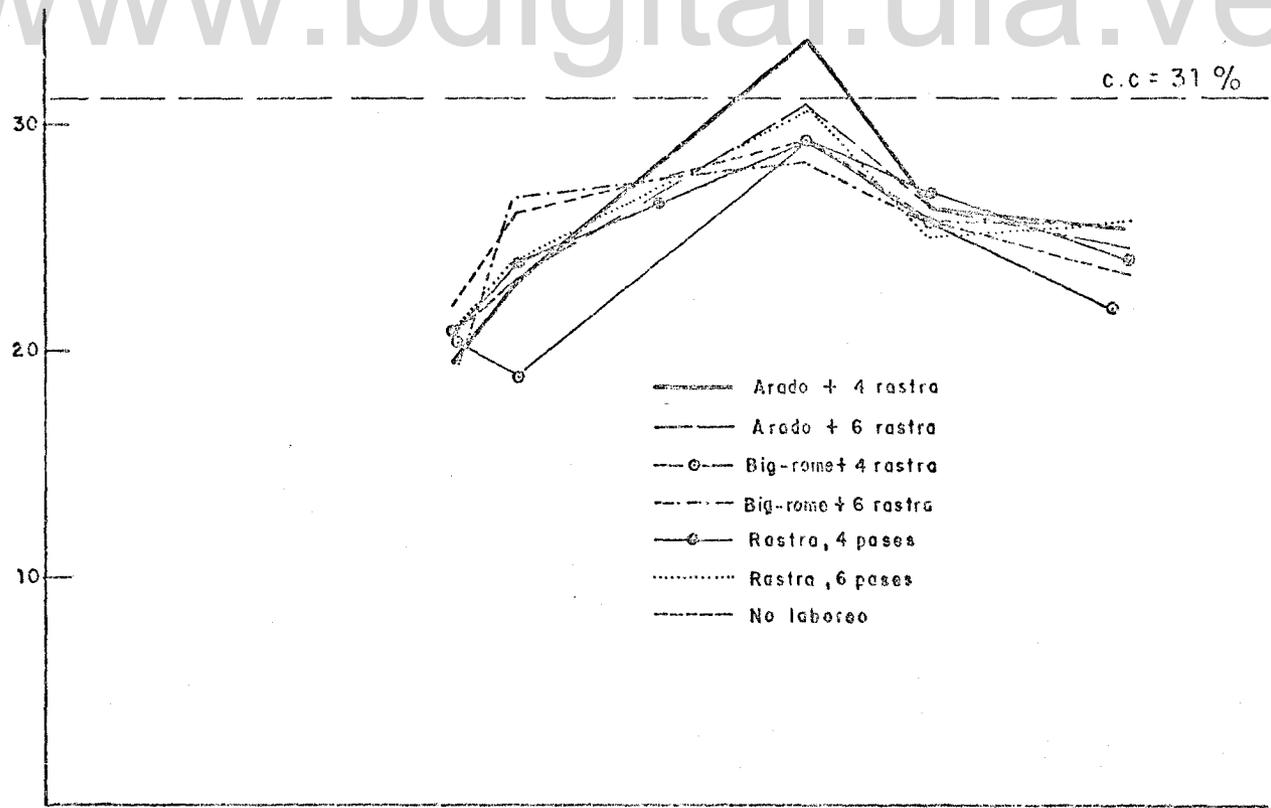


Figura N° 11.- RELACION PRECIPITACION, LABOREO Y ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL SUELO A 0-20 cm, DE PROFUNDIDAD PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

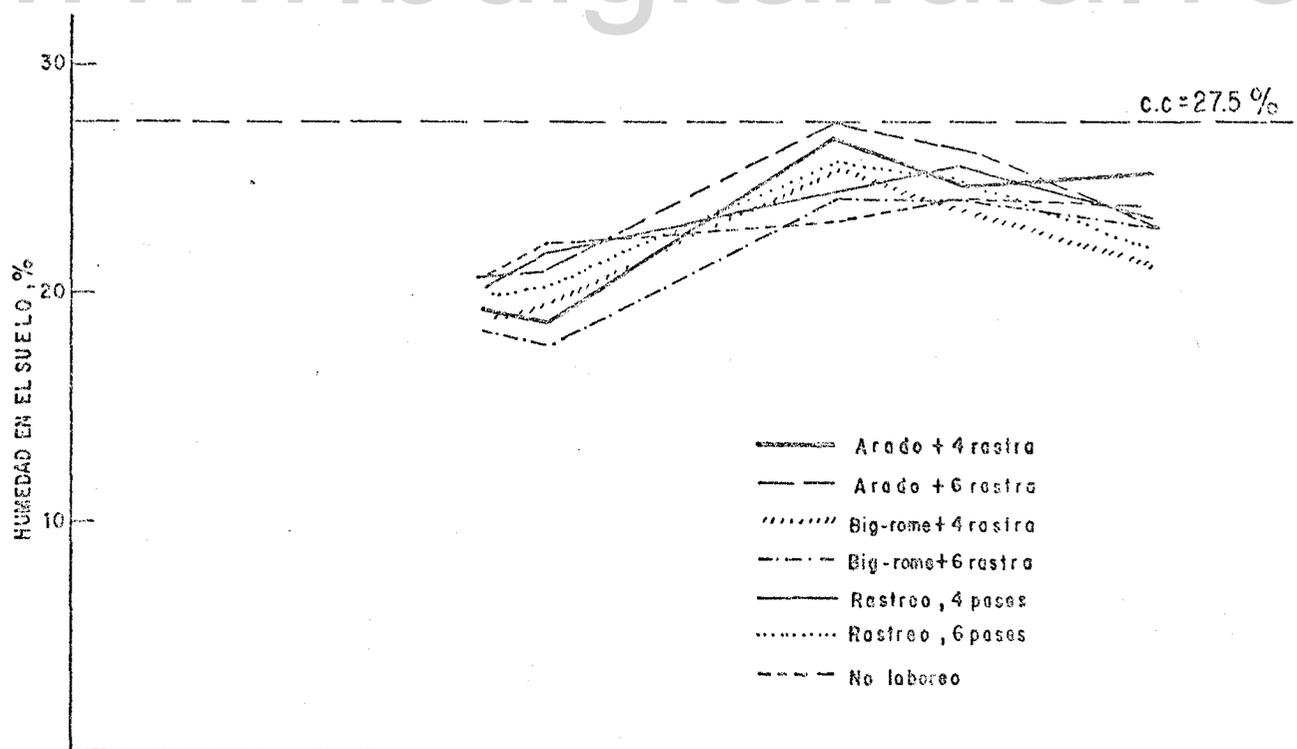
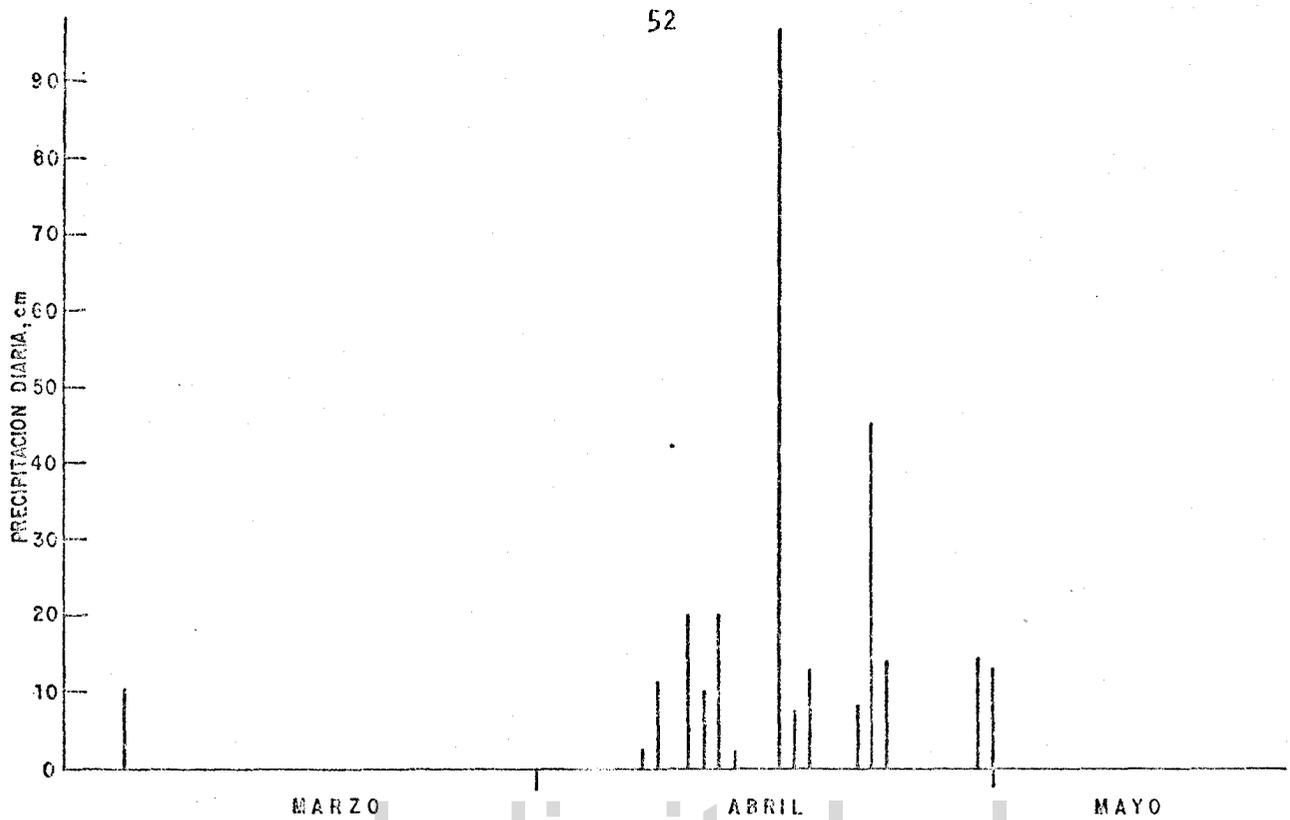


Figura N° 12.- RELACION PRECIPITACION, LABOREO Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO A 20-40 cms DE PROFUNDIDAD PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

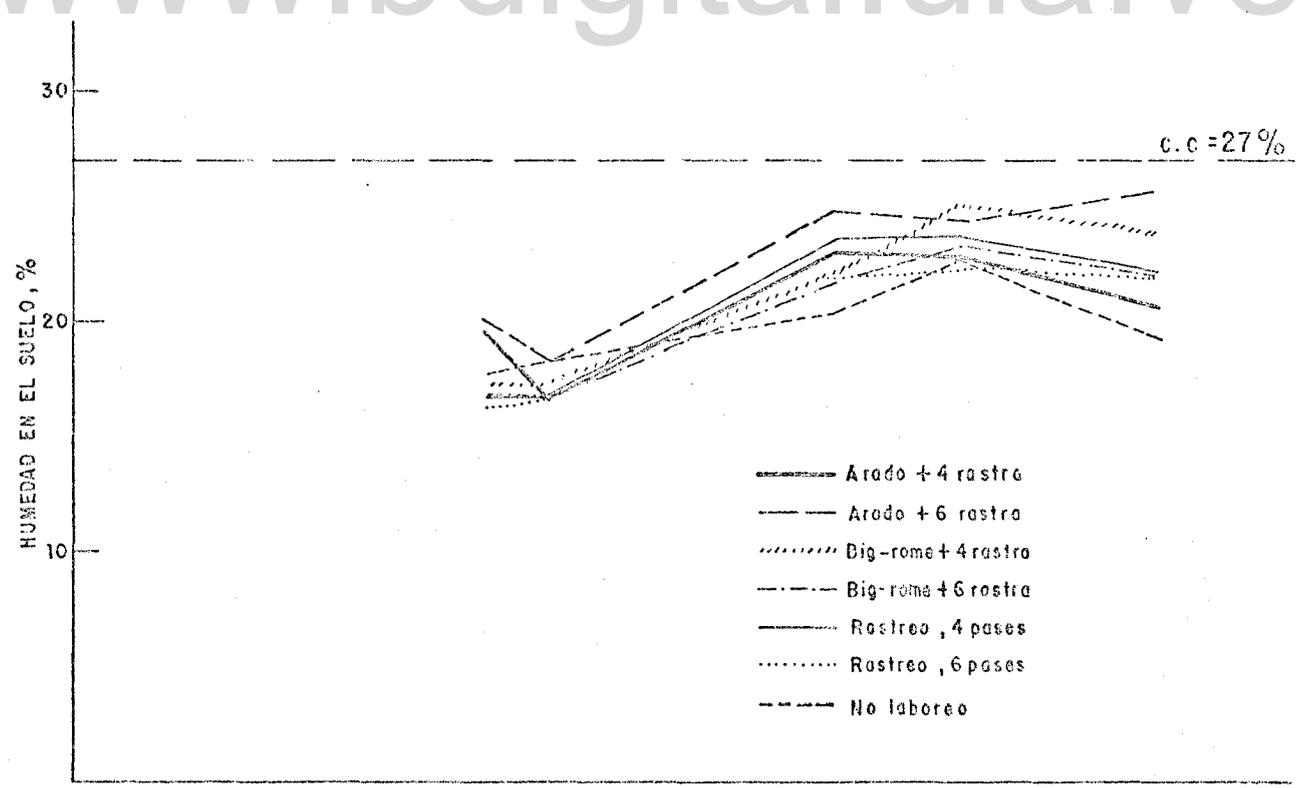
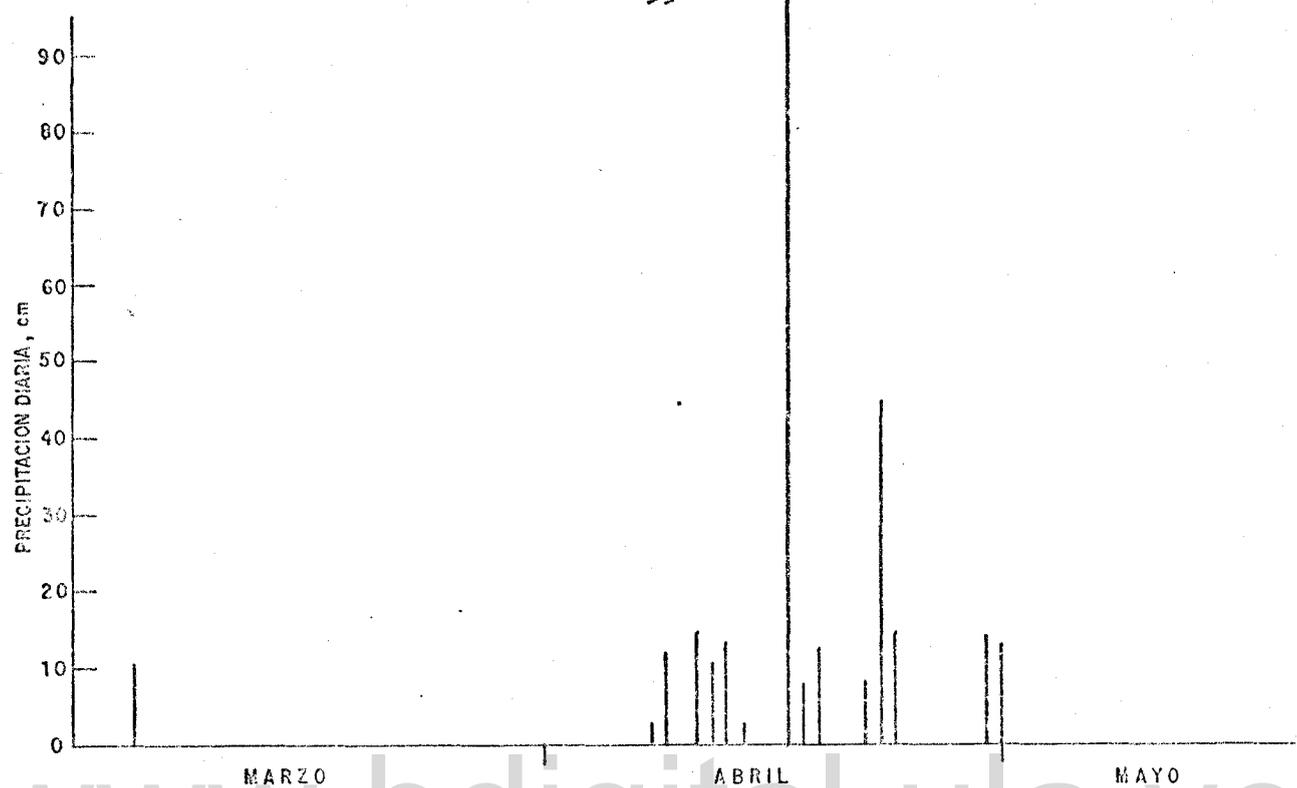


Figura N° 13. -- RELACION PRECIPITACION, LABOREO Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO A 40-60cms DE PROFUNDIDAD PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

blas 22 y 23 del Apéndice 7. Para las determinaciones de humedad correspondiente al 19 de Abril del mismo año, Tabla 19, a la profundidad de 0-20 cms., se encontró diferencia significativa al 1% de probabilidades para tratamientos principales y para sub-tratamientos y la interacción entre éste y tratamiento principal, había diferencia significativa al 5% de probabilidades. Entre los 20-40 cms., solamente existía diferencia significativa al 1% de probabilidad para tratamientos principales. A la profundidad de 40-60 cms., se obtuvo diferencia significativa al 5% de probabilidad para tratamientos principales, y al 1% para la interacción entre éste y sub-tratamiento.

La comparación de medias para tratamientos principales según prueba de Duncan, a la profundidad de 0-20 cms., señalan que el mayor porcentaje de humedad corresponde a aradura con diferencias de: 4,90; 2,91 y 2,44% con respecto a big-rome, no laboreo y rastreo solamente; con rastreo se obtuvo 2,47% de humedad con respecto a big-rome, y éste dió 2% menos de humedad en relación a no laboreo. Para rastreo y no laboreo no hubo diferencia significativa, Tabla 20. La misma prueba de Duncan señala diferencia significativa en la comparación de medias de 1,37% de humedad entre cuatro y seis pases de rastra, independientemente del laboreo primario, Tabla 21. En la interacción sub-tratamiento para cada tratamiento principal, Tabla 22, existe diferencia significativa entre las medias, arado con cuatro pases de rastra y con seis pases; igualmente ocurre con big-rome con igual secuencia de rastreo. Las diferencias de medias fueron 2,83 y 3,95% de humedad respectivamente. Entre rastreo, cuatro y seis pases no hubo diferencias significativas.

Para la interacción sub-tratamientos y diferentes tratamientos principales, Tabla 23; solamente se encontró diferencias significativas entre arado

más cuatro pases de rastra, en relación a rastreo solamente y big-rome con igual cantidad de rastreo y con no laboreo; igualmente ocurrió con arado y rastreo solamente, ambos con seis pases de rastra, con respecto a big-rome con igual magnitud de rastreo. Las diferencias de medias en todas las comparaciones anteriormente señaladas son: 4,52; 4,36; 4,33; 2,60 y 2,24% de humedad respectivamente; en relación a las demás comparaciones no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 19. Análisis de varianza para porcentaje de humedad a: 0-20; 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F. t. 0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	2,40	1,20	1,40	N.S.	
A	3	73,43	24,48	28,47**	4,76	9,78
Error (a)	6	5,15	0,86			
Laboreo secundario	12					
B	1	11,15	11,15	8,02*	5,32	
A x B	3	26,96	8,99	6,47*	4,07	
Error (b)	8	11,12	1,39			

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad

Tabla 19. Análisis de varianza para porcentaje de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente (Continuación)

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	0,00605	0,003	0,0027	N.S.	
A	3	45,59	15,20	13,45**	4,76	9,78
Error (a)	6	6,78	1,13			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,12	0,12	0,26	N.S.	
A x B	3	5,60	1,87	1,28	N.S.	
Error (b)	8	3,68	0,46			

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	9,69	4,85	3,01	N.S.	
A	3	36,22	12,07	7,51*	4,76	
Error (a)	6	9,65	1,61			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,036	0,036	0,21	N.S.	
A x B	3	7,93	2,643	15,64**	4,08	7,59
Error (b)	8	1,35	0,169			

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad

más cuatro pases de rastra, en relación a rastreo solamente y big-rome con igual cantidad de rastreo y con no laboreo; igualmente ocurrió con arado y rastreo solamente, ambos con seis pases de rastra, con respecto a big-rome con igual magnitud de rastreo. Las diferencias de medias en todas las comparaciones anteriormente señaladas son: 4,52; 4,36; 4,33; 2,60 y 2,24% de humedad respectivamente; en relación a las demás comparaciones no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 20. Prueba de Duncan para tratamientos principales

Comparación	Diferencia	SSD <u>1</u> /	Conclusiones
A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub>	4,90	0,74	*
A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	2,91	0,74	*
A <sub>1</sub> -A <sub>3</sub>	2,44	0,74	*
A <sub>3</sub> -A <sub>2</sub>	2,47	0,72	*
A <sub>3</sub> -A <sub>4</sub>	0,47	0,72	N.S.
A <sub>4</sub> -A <sub>2</sub>	2,00	0,70	*

Tabla 21. Prueba de Duncan para sub-tratamientos

Comparación	Diferencia	SSD <u>1</u> /	Conclusiones
B <sub>1</sub> -B <sub>2</sub>	1,37	1,11	*

1 / SSD = R (LSD)

\* Significativo al 5% de probabilidad.

Tabla 22. Prueba de Duncan de sub-tratamiento para cada tratamiento principal

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusiones
$B_1A_1 - B_2A_1$	2,83	2,22	*
$B_1A_2 - B_2A_2$	3,95	2,22	*
$B_1A_3 - B_2A_3$	1,33	2,22	N.S.

\* Significativo al 5% de probabilidad.

Tabla 23. Prueba de Duncan entre sub-tratamientos para diferentes tratamientos principales.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusiones
$B_1A_1 - B_1A_3$	4,52	2,14	*
$B_1A_1 - B_1A_2$	4,36	2,14	*
$B_1A_1 - B_1A_4$	4,33	2,14	*
$B_1A_4 - B_1A_3$	0,19	2,10	N.S.
$B_1A_4 - B_1A_2$	0,03	2,10	N.S.
$B_2A_1 - B_2A_2$	2,60	2,14	*
$B_2A_1 - B_2A_4$	1,50	2,14	N.S.
$B_2A_1 - B_2A_3$	0,36	2,14	N.S.
$B_2A_3 - B_2A_2$	2,24	2,10	*
$B_2A_3 - B_2A_4$	1,14	2,10	N.S.
$B_2A_2 - B_2A_4$	1,11	2,04	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

A la profundidad de 20-40 cms., la prueba de Duncan muestra diferencia significativa para tratamientos principales. Las diferencias de medias son: 1,98; 2,33 y 3,87% de humedad entre arado con respecto a rastreo solamente, big-rome y no laboreo; rastreo solamente y big-rome difieren de no laboreo en 1,89 y 1,54% de humedad respectivamente, Tabla 24.

Para el intervalo comprendido entre los 40-60 cms. Duncan señala diferencia de 1,95 y 3,39% de humedad para las comparaciones de medias entre arado con respecto a big-rome y no laboreo, los demás tratamientos, no indican diferencias significativas, Tabla 25. En el caso de sub-tratamiento para cada tratamiento principal, Tabla 26; arado más seis pases de rastra dió diferencia de medias de 1,66%, en relación a la misma labor principal con cuatro pases de rastra; y entre rastreo solamente, con cuatro pases se obtuvo 1,54% de humedad con respecto a seis pases. Para big-rome con cuatro y seis pases de rastra no hubo diferencias significativas. Entre sub-tratamientos para diferentes tratamientos principales, Tabla 27, se obtuvo significancia en la comparación de rastras solamente, cuatro pases y arado con igual magnitud de rastreo, con no laboreo. Las diferencias de medias fueron 2,96 y 2,56% respectivamente; igualmente arado con seis pases de rastra arrojó diferencias de medias de 2,80; 2,99 y 4,22% en relación a rastreo, seis pases, big-rome con igual número de rastreo y no laboreo. Con diferentes sub-tratamientos para diferentes tratamientos principales, arado con cuatro pases de rastra fue significativo en 2,83; 3,19; 5,43 y 4,33% en comparación a arado, big-rome y rastreo solamente, cada uno con seis pases de rastra y no laboreo, Tabla 28.

Los datos provenientes de la determinación del contenido de humedad

Tabla 24. Prueba de Duncan para tratamientos principales.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusiones
$A_1-A_3$	1,98	1,58	*
$A_1-A_2$	2,33	1,58	*
$A_1-A_4$	3,87	1,58	*
$A_3-A_2$	0,35	1,55	N.S.
$A_3-A_4$	1,89	1,55	*
$A_2-A_4$	1,54	1,50	*

Tabla 25. Prueba de Duncan para tratamientos principales

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusiones
$A_1-A_3$	1,20	1,88	N.S.
$A_1-A_2$	1,95	1,88	*
$A_1-A_4$	3,39	1,88	*
$A_3-A_2$	0,75	1,84	N.S.
$A_3-A_4$	1,44	1,84	N.S.
$A_2-A_4$	1,44	1,79	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Tabla 26. Prueba de Duncan de sub-tratamientos para cada tratamiento principal

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$B_{2A_1} - B_{1A_1}$	1,66	0,77	*
$B_{1A_2} - B_{2A_2}$	0,42	0,77	N.S.
$B_{1A_3} - B_{2A_3}$	1,54	0,77	*

Tabla 27. Prueba de Duncan entre sub-tratamientos para diferentes tratamientos principales.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$B_{1A_3} - B_{1A_1}$	0,40	1,96	N.S.
$B_{1A_3} - B_{1A_2}$	1,31	1,96	N.S.
$B_{1A_3} - B_{1A_4}$	2,96	1,96	*
$B_{1A_1} - B_{1A_2}$	0,91	1,93	N.S.
$B_{1A_1} - B_{1A_4}$	2,56	1,93	*
$B_{1A_2} - B_{1A_4}$	1,65	1,87	N.S.
$B_{2A_1} - B_{2A_3}$	2,80	1,96	*
$B_{2A_1} - B_{2A_2}$	2,99	1,96	*
$B_{2A_1} - B_{2A_4}$	4,22	1,96	*
$B_{2A_3} - B_{2A_2}$	0,19	1,93	N.S.
$B_{2A_3} - B_{2A_4}$	1,42	1,93	N.S.
$B_{2A_2} - B_{2A_4}$	1,23	1,87	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

el 27 de Abril y el 10 de Mayo de 1978 no muestran diferencias significativas mediante análisis de varianza para tratamientos principales, sub-tratamientos y la interacción, sub-tratamiento y tratamientos principales, a las tres profundidades muestreadas, Tablas 24 y 25 del Apéndice 7.

Tabla 28. Prueba de Duncan entre diferentes sub-tratamientos principales

Comparación	Diferencias	SSD	Conclusión
$B_1 A_1 - B_2 A_1$	2,83	2,16	*
$B_1 A_1 - B_2 A_2$	5,43	2,16	*
$B_1 A_1 - B_2 A_3$	3,19	2,16	*
$B_1 A_1 - B_2 A_4$	4,33	2,16	*
$B_1 A_2 - B_2 A_1$	1,53	2,04	N.S.
$B_1 A_2 - B_2 A_2$	1,07	2,04	N.S.
$B_1 A_2 - B_2 A_3$	1,17	2,04	N.S.
$B_1 A_2 - B_2 A_4$	0,03	2,04	N.S.
$B_1 A_3 - B_2 A_1$	1,69	2,04	N.S.
$B_1 A_3 - B_2 A_2$	0,91	2,04	N.S.
$B_1 A_3 - B_2 A_3$	1,33	2,04	N.S.
$B_1 A_3 - B_2 A_4$	0,19	2,04	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Altura de Planta

A los 21 días después de haber realizado la siembra, se determinó altura de plantas para cada tratamiento en particular, Tabla 29. Estos resultados fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza, encontrándose que no existían diferencias significativas para tratamientos principales y la interacción de éstos con sub-tratamientos. Para sub-tratamientos, se encontró diferencias al 5% de probabilidades, Tabla 30.

Tabla 29. Relación altura de plantas y diferentes prácticas de laboreo.

Promedio de altura de plantas cms.						
Arado		Big-romo		Rastreo		Sin laboreo
4	6	4	6	4	6	
Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	
19,65	20,63	20,32	22,26	20,67	23,41	24,93

Tabla 30. Análisis de varianza para altura de planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F.t 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	0,58	0,29	0,025	N.S.
A	3	75,17	25,06	2,19	N.S.
Error (a)	6	68,68	11,45		
Laboreo secundario	12				
B	1	12,04	12,04	11,06*	5,32
A x B	3	6,34	2,11	1,94	N.S.
Error (b)	8	8,71	1,09		

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

La prueba de Duncan muestra una diferencia de 1,42 cms. de altura de planta entre la media de seis pases de rastra con respecto a cuatro, Tabla 31. Como los agregados obtenidos con seis pases de rastra son de menor diámetro debido al incremento de esta labor, se garantiza de esta manera un mejor contacto entre el sub-suelo-semilla-plántula, garantizándose así una mayor germinación y desarrollo inicial de la planta debido a la poca disponibilidad de agua en el suelo en estas primeras etapas del cultivo.

Tabla 31. Prueba de Duncan para sub-tratamientos

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$B_2 - B_1$	1,42	0,98	*

A la floración, 62 días después de la siembra, la altura de plantas para cada tratamiento presentó pocas variaciones, sin embargo, se puede observar que los mayores crecimientos del cultivo coinciden con los tratamientos en los cuales se logró una buena preparación, Tabla 32, lo cual garantiza un mayor volumen de exploración del suelo por parte de las raíces. Baver (1965, 1973), considera que una buena preparación de tierra es aquella que garantiza una estructura favorable no sólo para la germinación y surgimiento de la planta, sino también para su desarrollo completo, lo cual define como "lecho de raíces". Aplicando análisis de varianza, no se encontró diferencias significativas para tratamientos, sub-tratamientos y la interacción entre ambos, Tabla 33; iguales resultados se obtuvieron mediante la aplicación de la prueba de Duncan.

Tabla 32. Relación altura de plantas y diferentes prácticas de laboreo.

Promedio de altura de plantas m						
Arado		Big-rome		Rastreo		Sin laboreo
4	6	4	6	4	6	
Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	
2,58	2,46	2,47	2,52	2,29	2,36	2,29

Tabla 33. Análisis de varianza para altura de planta

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fc	F.t
					0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	0,071	0,036	1,28	N.S.
A	3	0,256	0,085	3,07	N.S.
Error (a)	6	0,167	0,028		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,0035	0,0035	0,94	N.S.
A x B	3	0,0271	0,0090	2,43	N.S.
Error (b)	8	0,0297	0,0037		

#### Floración del cultivo

A la floración del maíz, se hicieron determinaciones de altura de planta, profundidad radicular y densidad aparente. Los resultados obtenidos para altura de planta fueron descritos con anterioridad.

La profundidad radicular del maíz, se determinó cuando la planta había

iniciado el proceso de formación y llenado de la espiga, una vez culminado el desarrollo vegetativo. Los resultados obtenidos muestran que la mayor profundidad radicular corresponde con aradura más cuatro pases de rastra, siguiéndole en orden de importancia big-rome, no laboreo y rastreo solamente, Tabla 34.

Tabla 34. Relación de profundidad radicular y diferentes prácticas de laboreo

Promedio de profundidad radicular cms.							
Arado		Big-rome		Rastreo		Sin Laboreo	
4	6	4	6	4	6		
rastra	rastra	rastra	rastra	rastra	rastra		
49,83	49,33	45,17	44,00	37,50	40,17	42	

Aplicando análisis de varianza, se encontró que no había diferencias significativas para tratamientos principales, sub-tratamientos y la interacción entre ambos, Tabla 35; sin embargo, la prueba de Duncan señala que entre arado y rastreo solamente hay diferencias significativas. La diferencia de medida fue de 10,75 cms de profundidad radicular entre ambos tratamientos; big-rome, no laboreo y rastreo solamente no muestran diferencias, Tabla 36. Todo esto es indicativo de la buena preparación de tierra, a fin de garantizar una mayor profundidad y desarrollo radicular, Barber (1971), Van Doren (1976), Jamison (1951) y Baver (1965,1973).

La densidad aparente a la floración muestra muy pocas variaciones en cuanto a los resultados obtenidos después de la preparación en los primeros 20 cms, a excepción de rastreo y no laboreo, en donde se obtuvieron valores

Tabla 35. Análisis de varianza para profundidad radicular

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub> .	F <sub>t</sub>	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	76,94	38,47	0,90	N.S.	
A	3	371,75	123,92	2,88	N.S.	
Error (a)	6	257,81	42,97			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,38	0,38	0,04	N.S.	
A x B	3	12,71	4,24	0,40	N.S.	
Error (b)	8	84,42	10,55			

Tabla 36. Prueba de Duncan para tratamientos principales

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
A <sub>1</sub> -A <sub>3</sub>	10,75	9,72	*
A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	7,58	9,72	N.S.
A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub>	5,00	9,72	N.S.
A <sub>2</sub> -A <sub>3</sub>	5,75	9,54	N.S.
A <sub>2</sub> -A <sub>4</sub>	2,58	9,54	N.S.
A <sub>4</sub> -A <sub>3</sub>	3,18	9,26	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

menores de un caso y mayores en otro, con respecto al promedio de densidad para estos tratamientos una vez realizado el laboreo del suelo, Figura 14. A partir de los 20-40 cms., se sigue observando el efecto de la compactación pro

— Sin laboreo  
 - - - Diferentes prácticas de laboreo (después de preparación)  
 ○ Diferentes prácticas de laboreo (a la liberación del maíz)

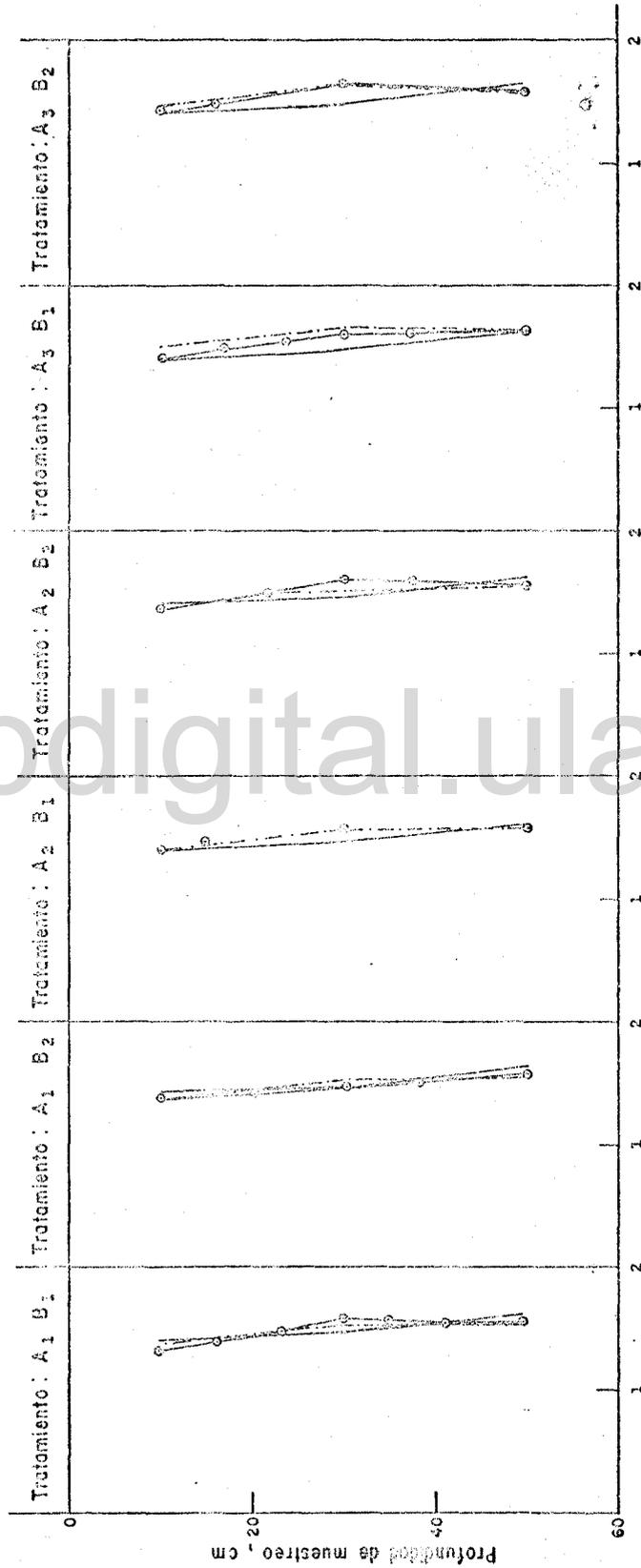


Figura No 14. - RELACION DE LA DENSIDAD APARENTE Y PROFUNDIDAD DE MUESTRO CON LOS DIFERENTES IMPLEMENTOS DE LABOREO Y NO LABOREO

ducida por rastreo solamente, cuatro y seis pases de rastra; con no laboreo, se observó un incremento de la densidad aparente. Entre los 40-60 cms., restantes; la densidad aparente no sufre ninguna variación, Tabla 37.

Tabla 37. Relación densidad aparente y diferentes prácticas de laboreo

Profundidad (cms)	Densidad aparente gr/cm <sup>3</sup>						Sin laboreo
	Arado		Big-rome		Rastreo		
	4	6	4	6	4	6	
	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	Rastra	
0-20	1,35	1,41	1,40	1,37	1,41	1,43	1,45
20-40	1,58	1,48	1,57	1,61	1,62	1,64	1,65
40-60	1,57	1,58	1,60	1,55	1,64	1,59	1,63

Los cambios ocurridos en la densidad aparente en los primeros 20 cms posiblemente se deban al efecto producido por las raíces; debido al mayor desarrollo de las mismas a esta profundidad, lo que produce un efecto positivo en la densidad aparente. Gerard (1971) reporta que durante el ciclo del desarrollo de los cultivos, se observa una disminución de la densidad y un aumento de la permeabilidad producto de la mayor actividad de las raíces en los primeros 15 cms., del suelo. También, puede decirse que las diferencias observadas en la densidad aparente para rastreo solamente en los primeros 20 cms , y no laboreo entre los 20-40 cms después del laboreo y a la floración se deban al uso del Uhländ para el muestreo de suelos recién preparados o con grietas, Pla (1977).

El análisis de varianza no señala diferencias significativas para tra

tamientos principales, sub-tratamientos y la interacción entre éste y tratamiento principal, Tabla 38, a las profundidades de 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Tabla 38. Análisis de varianza para densidad aparente de profundidad de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F.t	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	0,001013	0,000506	0,30		N.S.
A	3	0,0103	0,00343	1,32		N.S.
Error (a)	6	0,0155	0,00259			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,00104	0,00104	1,63		N.S.
A x B	3	0,00669	0,00223	3,63		N.S.
Error (b)	8	0,00492	0,000615			

Profundidad: 20-40

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F.t	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	0,00304	0,00152	0,24		N.S.
A	3	0,0504	0,0168	2,68		N.S.
Error (a)	6	0,0376	0,00626			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,00294	0,00294	2,10		N.S.
A x B	3	0,0153	0,0051	3,64		N.S.
Error (b)	8	0,01126	0,0014			

Profundidad 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	0,0023	0,0012	0,26	N.S.	
A	3	0,0130	0,0043	0,97	N.S.	
Error (a)	6	0,0268	0,0045			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,0033	0,0033	1,63	N.S.	
A x B	3	0,0043	0,0014	0,72	N.S.	
Error (b)	8	0,0161	0,0020			

Con la prueba de Duncan, se pudo detectar diferencias de medias de  $0,06 \text{ gr/cm}^3$ , para la densidad obtenida con arado más cuatro pases de rastra con respecto a la misma labor principal con seis pases de rastra a profundidad de 0-20 cms., Tabla 39; entre los 20-40 cms, la diferencia de medias para las mismas labores fue de  $0,10 \text{ gr/cm}^3$ , Tabla 40. Con respecto a los demás tratamientos, no se encontró diferencias con cuatro y seis pases de rastra y no laboreo, para ambas profundidades.

Tabla 39. Prueba de Duncan de sub-tratamientos para cada tratamiento principal

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$B_1A_1 - B_2A_1$	0,06	0,047	*
$B_1A_2 - B_2A_1$	0,03	0,047	N.S.
$B_1A_3 - B_2A_3$	0,02	0,047	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Tabla 40. Prueba de Duncan de sub-tratamientos para cada tratamiento principal

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$B_{1A_1} - B_{2A_1}$	0,10	0,07	*
$B_{1A_2} - B_{2A_2}$	0,04	0,07	N.S.
$B_{1A_3} - B_{2A_3}$	0,02	0,07	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Con los datos de densidad aparente y densidad real, se determinó la porosidad total mediante la fórmula (4). Como era de esperarse las diferencias en la porosidad total para cada tratamiento son un reflejo del impacto de la mecanización en la densidad aparente del suelo; siendo menor este porcentaje en aquellos casos en donde se aumenta el laboreo con un mismo implemento, tal es el caso de rastreo solamente y big-rome más rastreo con cuatro y seis pases para ambos, Tabla 41.

Tabla 41. Relación entre porosidad total y diferentes prácticas de mecanización

Profundidad (cms)	Porosidad total (%)						
	Arado		Big-rome		Rastreo		Sin laboreo
	4 Rastra	6 Rastra	4 Rastra	6 Rastra	4 Rastra	6 Rastra	
0-20	49,23	45,77	46,15	47,69	45,64	45,00	45,25
20-40	41,33	45,67	42,00	40,67	40,00	39,33	39,33
40-60	41,94	41,70	40,84	42,80	39,61	41,33	39,85

El análisis de varianza no muestra diferencias significativas para tratamientos, sub-tratamientos y la interacción entre éste y tratamientos principales a las profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms., Tabla 26 del Apéndice 8. La prueba de Duncan señala diferencia de medias de 4,34% de porosidad total entre arado con seis pases de rastra con respecto a la misma labor principal más cuatro pases de rastra; no hubo diferencias para los demás labores de preparación, Tabla 42.

Tabla 42. Prueba de Duncan entre sub-parcelas para cada parcela principal

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
$B_2A_1 - B_1A_1$	4,34	2,58	*
$B_1A_2 - B_2A_2$	1,33	2,58	N.S.
$B_1A_3 - B_2A_3$	0,67	2,58	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Los resultados obtenidos en la densidad aparente, porosidad total y desarrollo radicular a la floración, nos muestran el efecto positivo de una buena preparación de estos suelos, lo cual redunda en beneficio de un buen desarrollo del cultivo.

## CAPITULO V

## CONCLUSIONES

En la determinación de la curva de humedad del suelo en el laboratorio, para muestras disturbadas y no disturbadas, a las tres profundidades de muestreo y con las diferentes tensiones utilizadas, se encontró que existen diferencias significativas entre las muestras; obteniéndose una sobre estimación de la capacidad de campo estimada a 1/3 ATM con el uso de los datos provenientes de muestras disturbadas, no recomendándose el uso de estos datos para determinar la humedad volumétrica del suelo.

La curva de tensión de humedad de estos suelos, con muestras no disturbadas, señala que el rango de aprovechamiento del agua está comprendido entre 0,1 a 2 ATM., para luego ir disminuyendo hasta los 5 ATM, a partir de la cual su disponibilidad es menor. Todo esto ocurre a las tres profundidades de evaluación, lo cual nos podría llevar a pensar en la necesidad del riego para los cultivos del norte-verano.

Se determinó que la densidad aparente, antes y después del laboreo, se incrementa en profundidad; fenómeno que trae como consecuencia una disminución de la porosidad total y por ende de la aireación del suelo, lo cual incide negativamente en la profundidad radicular y desarrollo de los cultivos. En cuanto a la magnitud de la mecanización, debe tenerse cierto cuidado en el uso de un mismo implemento para cumplir esta función, en este tipo de suelo.

La infiltración básica y acumulada en estos suelos es bastante baja antes del laboreo, lo cual es una causa del mal drenaje superficial de los

mismos, afectándose el intercambio gaseoso suelo-atmósfera durante el período de lluvia; siendo éste, uno de los factores que incide más negativamente en los rendimientos del maíz durante esta época, en los suelos pesados del Estado Portuguesa.

El mayor porcentaje de agregados superiores a los 19 mm se encuentra con todas las prácticas de laboreo primario, más cuatro pases de rastra; esto es importante, ya que se garantiza una mayor infiltración del agua de lluvia e intercambio gaseoso suelo-atmósfera.

La mayor intensidad del rastreo reduce el diámetro de los agregados e igualmente el nivel de esponjamiento del laboreo primario. Con cuatro y seis pases de rastra disminuyó la profundidad de preparación de big-rome y arado en un 56 a 60% respectivamente, siendo por lo tanto, no recomendable el uso de rastreo excesivo, ya que se degrada la estructura del suelo.

Los agregados comprendidos entre 2 y 5 mm predominan en la preparación con big-rome y rastreo solamente, con cuatro y seis pases de rastra en ambos casos. Hay diferencias significativas entre rastreo solamente en relación a aradura y con seis pases de rastra con respecto a cuatro. Esto confirma lo anteriormente señalado en cuanto a la degradación de la estructura, cuando se usa un mismo implemento de laboreo.

Las diferentes profundidades de preparación mostraron que arado y big-rome fueron más efectivos en relación a rastreo solamente. Big-rome y arado dieron diferencias de 3,28 y 2,49 cms., de profundidad, con respecto a rastreo solamente.

Los datos de densidad aparente después del laboreo, a la profundidad de 0-20 cms., muestran una mejora en la misma con arado más cuatro y seis pases de rastra. La operación de rastreo solamente, cuatro y seis pases, produce un efecto detrimental. Entre los 20-40 cms. se encontró un incremento de la densidad aparente con todos los tratamientos de laboreo como consecuencia de la compactación producida por los implementos agrícolas en el suelo; este efecto fue más marcado para rastreo solamente, siguiéndole big-rome y por último aradura.

La porosidad total del suelo a la profundidad de 0-20 y 20-40 cms. se reduce en 3,9 y 5,8% cuando se rastrea solamente, en comparación a aradura y no laboreo.

El aflojamiento del suelo produjo un incremento en la infiltración básica y acumulada al compararla con no laboreo. Arado con cuatro y seis pases de rastra aumentó la infiltración básica en 10,8% mm/hora y la acumulada en 2,67 y 2,25 mm, con respecto a no laboreo; con los demás tratamientos el efecto fue menos marcado.

El crecimiento del cultivo en las primeras etapas de desarrollo mostró diferencias significativas para laboreo secundario solamente. Para rastreo, seis pases, el maíz creció 1,42 cms., más en comparación a cuatro pases; en esta etapa los agregados de menor diámetro juegan papel de gran importancia ya que permiten mayor contacto entre el suelo y las raíces de las plántulas, facilitando de esta manera un mejor aprovechamiento de la poca humedad disponible.

A la floración, a pesar de no existir diferencias significativas en altura de plantas para los tratamientos en estudio, se encontró que con arado y big-rome más cuatro y seis pases de rastra, se obtuvo mayor desarrollo vegetativo en relación a rastreo solamente y no laboreo.

En la evaluación de la profundidad radicular a la floración se encontró diferencia significativa para tratamientos principales. En las parcelas aradas las raíces penetraron 10,8; 7,6 y 5 cm, más en comparación a rastreo solamente, no laboreo y big-rome respectivamente; esto concuerda con el mayor crecimiento del cultivo obtenido con aradura más cuatro y seis pases de rastra.

En condiciones normales de precipitación se observó un mayor almacenamiento de agua en el suelo arado con respecto a big-rome y rastreo solamente, a las tres profundidades de evaluación; igualmente se obtuvo incrementos en el contenido de humedad con rastreo solamente y no laboreo, en relación a big-rome en ambos casos.

En el laboreo secundario, con cuatro pases de rastra, se logró un aumento en el almacenamiento de humedad en el suelo en 1,4% en comparación a la obtenida con seis pases; este efecto puede ser un reflejo del deterioro producido en la estructura por el excesivo laboreo secundario, lo cual incide negativamente en la penetración del agua proveniente de las lluvias.

El mayor porcentaje de humedad almacenada en el suelo, coincide con los tratamientos en los cuales se obtuvieron los agregados de mayor diámetro y la mayor capacidad de infiltración básica y acumulada.

Con la interacción arado y big-rome más cuatro pases de rastra, se mejoró el almacenamiento del agua en el suelo en 2,83 y 3,95% en comparación con las mismas labores primarias con seis pases de rastra. La preparación con arado y cuatro pases de rastras fue más efectivo que las otras prácticas de mecanización primaria con igual rastreo; con arado y rastreo solamente más seis pases de rastra en los dos casos, se obtuvo mayor contenido de humedad con respecto a big-rome, con igual magnitud de laboreo secundario.

Los resultados obtenidos en la densidad aparente a la floración, señalan ligeras variaciones con respecto a la misma después del laboreo; a excepción de rastreo solamente y no laboreo a profundidades de 0-20 y 20-40 cms., respectivamente. Se detectó diferencias significativas de 0,06 g/cm<sup>3</sup> para arado con cuatro pases de rastra, en relación a la misma labor principal con seis pases de rastra a profundidad de 0-20 cms., y de 0,10 g/cm<sup>3</sup>., para las mismas labores entre 20-40 cms., con respecto a los demás tratamientos no se encontró diferencias significativas.

Como resultado final de estas conclusiones, lo más recomendable sería para el laboreo de estos suelos, darle un pase de arado y cuatro de rastra; garantizándose de esta manera condiciones favorables para el desarrollo radicular y vegetativo del cultivo del maíz.

## LITERATURA CITADA

- Ahuja, L.R., S.A. El-Swaify, and A, Rahman. 1976. Measuring Hydrologic properties of Soil with a Double-ring Infiltrometer and Multiple-depth Tensiometers. *Soil Science Society American Proceeding* 40 (4): 494-499.
- Baver, L.D. 1965. *Soil Physics*. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York, 489 pp.
- Baver, L.D. Walter H, Gardner and Wilford R, Gardner 1973. *Física de Suelos*. UTEHA, México, D.F.
- Barber, S.A. 1971. Effect of Tillage Practice on Corn (*Zea mays* L.) Root Distribution and Morphology. *Agronomy Journal* 63 (5): 724-726 pp
- Black, C.A., D.D. Evans., J.L., White, L.E, Ensminger and F. E. Clark. 1965. *Methods of Soil Analysis*. Part 1, American Society of Agronomy 499-520 pp.
- Blake, G.R. W.W. Nelson, and R.R. Allmaras. 1976. Persistence of Subsoil Compaction in a Mollisol. *Soil Science Society American Proceeding* 40 (6): 943-948 pp.
- Box, James E. and S.A. Taylor 1961. Influence of Soil Bulk Density on Metric Potential. *Soil Science Society American Proceeding* 26 (2): 119-122 pp.
- Cassel, D.K., H.D. Bower and L.A. Nelson 1978. An evaluation of Mechanical Impedance for three Tillage Treatments on Norfolk Sandy Loam. *Soil Science Society American Proceeding* 42 (1): 116-120 pp.
- Cochran, William G. y Gertrude M. Cox. 1973. *Diseño de Experimentos*. Editorial Trillas, México, D.F. 328-352 pp.
- De León, Alfredo. 1976, *Evaluación de un Sistema de Drenaje Superficial en los Llanos Occidentales de Venezuela*. Tesis para optar al grado M.S. en Riego y Drenaje. CIDIAT, Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela.
- Fausser, Otto. 1965, *Mejoramiento de Suelos Agrícolas*. Tomo 1 UTEHA, México N° 153: 26-28 p.
- Forsythe, W.W. 1967. Las propiedades Físicas, los Factores Físicos de Crecimiento y la Productividad del Suelo. *Fitotecnia Latinoamericana* 4 (2): 165-176 p.
- García, O, Hebert J. 1977. *Relaciones Suelo-Agua en la Serie Méndez Estudiadas en el Campo y en el Laboratorio*. CIDIAT, Mérida, Venezuela 37.p.

## LITERATURA CITADA (Continuación)

- Gerard, C.J., and H.C. Mehta, 1971. Influence of a Root Crop on Physical Properties of a Clay Soil. *Journal Agronomy* 63 (6): 893-895.
- Grassi, J. Carlos. 1976. Métodos de Riego. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 19-22 p.
- Hagin, J. 1952. Influence of Soil Aggregation on Plant Growth. *Soil Science* 74 (6): 471-477.
- Israelsen, O.W. y, V.E. Hansen 1965. Principios y Aplicaciones del Riego. Editorial Reverté, S.A., Barcelona-Buenos Aires-México 146-200 p.
- Jamison, V.C. I.F. Read, C.M. Stokes and Tom E. Corley. 1951 Effect of Tillage Depth on Soil Condition and Cotton Plant Growth for two Alabama. *Soil Science* 73 (3): 203-210
- Jones, J.N., J.E. Moody, G.M. Shear, W.W. Moschler and J.H. Lillard. 1968. No-Tillage System for Corn (*Zea mays* L.) *Agronomy Journal* 60 (1): 17-20.
- Larson, W.E., 1963. Soil Parameters for Evaluating Tillage Needs and Operations. *Soil Science Society American Proceeding* 28 (1): 118-122.
- Lutz, J.F. and R.W. Leamer. 1939. Pore-size Distribution as Related to the Permeability of Soil. *Soil Science Society American Proceeding*
- Lutz, J.F., 1974. Apparatus for Collecting Undisturbed Soil Samples. *Soil Science* 64 (1): 399-401 pp.
- M.A.C. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. República de Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación. 74-86 pp.
- Malagón C., Dimas. 1976. Propiedades Físicas de los Suelos. Volumen XII No.7, IGAC, Sug-dirección Agrológica, Bogotá, Colombia, 622 p.
- Olson C., Tamlin and La Vern S. Schoeberl. 1970. Corn Yields, Soil Temperature and Water Use with four Tillage Methods in the Western Corn Belt. *Agronomy Journal* 62 (2): 229-232 pp.
- Ostle, Bernard and Richard W. Mensing. 1975. *Statistics in Research*. Third Edition. Iowa State University Press. 431-434 pp.
- Plá Sentis, Ildefonso. 1977. Metodología para la Caracterización Física con Fines de Diagnóstico de Problemas de Manejo y Conservación de Suelos en Condiciones Tropicales. U.C.V. Departamento de Edafología, Maracay, Venezuela 112 p.
- Rose, C.W. 1961. Rainfall and Soil Structure, *Soil Science* 91 (1): 49-54. pp.

- Scott, T.W. and A.E. Erickson 1964. Effect of Aeration and Mechanical Impedance on the Root Development of Alfalfa, Sugar Beets and Tomatoes. *Agronomy Journal* 56 (6): 575-578.
- Stirk, G.B. 1958. Expression of Soil Aggregate Distributions. *Soil Science* 86 (3): 133-135.
- Stolzy, L.H., J. Letey, T.E. Szszkiewicz and O.R. Lunt 1961. Root Growth and Diffusion Rates as Functions of Oxygen Concentration. *Soil Science Society American Proceeding* 25 (6): 463-466.
- Tackett, J.L. and R.W. Pearson 1964. Oxygen Requirements of Cotton Seedling Roots for Penetration of Compacted Soil Cores. *Soil Science Society American Proceeding* 28 (6): 600-605.
- Taylor, Hogard M. and Herbert R. Gardner 1963. Penetration of Cotton Seedling Taproots as Influenced by Bulk Density, Moisture Content, and Strength of Soil Science 96 (3): 153-156.
- Taylor, Sterling A. and James E. Box 1961. Influence of Confining Pressure and Bulk Density on Soil Water Matric Potential. *Soil Science* 91 (1): 6-10.
- Thompson, D.L. 1968. Field Evaluation of Corn Root Clumps. *Agronomy Journal* 60 (2): 170-172.
- Van Doren, D.M. Jr., G.B. Triplett Jr and J.E. Henry 1976. Influence of Long Term Tillage, Crop Rotation, and Soil type Combinations on Corn Yield. *Soil Science Society American proceeding* 40 (1): 100-105.
- Veihmeyer, F.J. and A.H. Hendrickson 1948. Soil Density and Root Penetration *Soil Science* 65 (6): 487-493.
- Willianson, R.E. 1963. The Effect of Root Aeration on Plant Growth. *Soil Science Society American Proceeding* 28 (1): 86-90.
- Young, K.K. 1962. A Method of Making Moisture Desorption Measurements on Undisturbed Soil Samples. *Soil Science Society American Proceeding* 26 (3): 301.
- Young, K.K. and J.D. Dixon 1966. Overestimation of Water Content at Field Capacity from Sieves Sample Data. *Soil Science* 101 (1): 104-107.
- Zimmerman, R.P. and L.T. Kardos 1960. Effect of Bulk Density on Root Growth *Soil Science* 91 (4): 280-288.

www.bdigital.ula.ve

APENDICE I  
CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS  
DESCRIPCION DEL PERFIL MODAL

Tabla 1 Características químicas y físicas del suelo

Prof. cms.	Textura	Arcilla	Limo	Arena	PH 1:2	Conductividad mmhos/cm, 1:2	Mat. Org. %	Observaciones
0-17	A1	42,8	40,4	7,40	7,40	0,15	4,03	
17-30	A	48,8	38,4	7,20	7,20	0,12	3,36	
30-56	A	52,8	36,4	6,70	6,70	0,10	1,34	Abundantes con crecencias de carbonato de Ca.
56-75	AL	42,8	42,4	7,50	7,50	0,16	0,47	
75-100	A	54,8	38,4	7,30	7,30	0,20	0,87	

Tabla 2 Descripción del perfil del suelo.

- 0-17 cms. Textura: arcillo-limosa; color: marrón grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2, húmedo); consistencia: firme, adhesivo y plástico; observaciones: reacciones muy débiles de concreciones al Hcl 10%.
- 17-30 cms. Textura: arcillosa; color: marrón grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2, húmedo); consistencia: firme adhesivo y plástico; manchas: marrón grisáceo oscuro (10 YR 4/2).
- 30-56 cms. Textura: arcillosa; color: marrón grisáceo oscuro (10 YR 4/2) y marrón oliva (2, 5 y 4/4); consistencia: firme, adhesivo y plástico; observaciones: pocos módulos de Fe y Mn.
- 56-75 cms. Textura: arcillo limosa; color: amarillo parduzco (10 YR 6/8); consistencia: firme, adhesivo y plástico; manchas: marrón amarillento oscuro (10 YR 4/4); observaciones: abundantes concreciones de Ca, violenta reacción al Hcl 10%.
- 75-100 cm. Textura: arcillosa; color: amarillo parduzco (10 YR 6/3); consistencia: firme, adhesivo y plástico; manchas: marrón amarillento oscuro (10 YR 4/4); observaciones: abundantes concreciones de carbonato de Ca., violentas reacciones al Hcl. 10%.

www.bdigital.ula.ve

APENDICE 2

PRECIPITACION DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO

Tabla 3. Datos de precipitación en mm correspondiente al ciclo del cultivo año 1978. 1 /

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1978	0	0	11	257,1	

1 / Estación de la parcela experimental del Foremaíz.

APENDICE 3

ANALISIS ESTADISTICOS. CURVA DE TENSION DE

HUMEDAD ANTES DEL LABOREO

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tabla 4. Análisis de varianza y prueba de "F" para 0,1 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,58	0,29	0,62		
Tratamientos	2	445,95	222,98	474,43**	6,94	18,00
Error (a)	4	1,89	0,47			
Total	8					

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	1,57	0,79	1,32		
Tratamientos	2	211,88	105,94	176,57**	6,94	18,00
Error (a)	4	2,39	0,60			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	2,51	1,26	2,24		
Tratamientos	2	160,10	80,05	117,72**	6,94	18,00
Error (a)	4	2,73	0,68			
Total	8					

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad.

Tabla 5. Análisis de varianza y prueba de "F" para 0,3 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,27	0,14	0,069		
Tratamientos	2	258,06	129,03	64,030**	6,94	18,00
Error (a)	4	8,06	2,015			
Total	8					

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	20,90	10,45	3,55		
Tratamientos	2	98,02	49,01	16,67*	6,94	18,00
Error (a)	4	11,75	2,94			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	2,59	1,30	1,70		
Tratamientos	2	119,98	59,99	78,42**	6,94	18,00
Error (a)	4	3,06	0,765			
Total	8					

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad.

Tabla 6. Análisis de varianza y prueba de "F" para 1 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C	C.M.	F.c	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,92	0,46	0,66		
Tratamientos	2	140,95	70,48	100,69**	6,94	18,00
Error (a)	4	2,79	0,70			
Total	8					

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	2,85	1,425	0,75		
Tratamientos	2	42,94	21,47	11,30*	6,94	18,00
Error (a)	4	7,61	1,90			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	2,16	1,08	4,00		
Tratamientos	2	124,09	62,05	229,81**	6,94	18,00
Error (a)	4	1,07	0,27			
Total	8					

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad.

Tabla 7. Análisis de varianza y prueba "F" para 2 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	1,53	0,77	1,13		
Tratamientos	2	46,72	23,36	34,35**	6,94	18,00
Error (a)	4	2,73	0,68			
Total	8					

Profundidad: 20-40

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	1,84	0,92	1,42		
Tratamientos	2	15,77	7,89	12,14*	6,94	18,00
Error (a)	4	2,60	0,65			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,48	0,24	0,11		
Tratamientos	2	52,30	26,15	16,67*	6,94	18,00
Error (a)	4	8,95	2,24			
Total	8					

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad.

Tabla 8. Análisis de varianza y prueba de "F" para 5 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	G.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,082	0,041	0,34		
Tratamientos	2	10,13	5,07	42,25**	6,94	18,00
Error (a)	4	0,47	0,12			
Total	8					

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	1,008	0,504	1,63		
Tratamientos	2	6,53	3,27	10,55*	6,94	18,00
Error (a)	4	1,25	0,31			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	3,58	1,79	5,11		
Tratamientos	2	24,96	12,48	35,66**	6,94	18,00
Error (a)	4	1,39	0,35			
Total	8					

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad.

Tabla 9. Análisis de varianza y prueba de "F" para 15 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,28	0,14	2,64		
Tratamientos	2	13,53	6,77	127,74**	6,94	18,00
Error (a)	4	0,21	0,053			
Total	8					

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,49	0,245	1,75		
Tratamientos	2	3,004	1,502	10,73	6,94	18,00
Error (a)	4	0,83	0,14			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,27	0,14	1,00		
Tratamientos	2	8,15	4,075	29,11**	6,94	18,00
Error (a)	4	0,55	0,14			
Total	8					

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad

Tabla 10. Prueba de Duncan para 0,1 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.P.	15,20	2,73	**
M.D. - M.N.D.S.P.	14,65	2,73	**
M.N.D.S.D. - M.N.D.S.P.	0,55	2,68	N.S.

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	10,77	3,08	**
M.D. - M.N.D.S.P.	9,73	3,08	**
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	1,04	3,03	N.S.

Profundidad: 40-60 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	9,96	3,29	**
M.D. - M.N.D.S.P.	7,35	3,29	**
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	2,61	3,22	N.S.

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

Tabla 11. Prueba de Duncan para 0,3 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	11,56	5,66	**
M.D. - M.N.D.S.P.	11,14	5,66	**
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	0,42	5,55	N.S.

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.P.	7,21	4,05	**
M.D. - M.N.D.S.D.	6,77	4,05	**
M.N.D.S.D. - M.N.D.S.P.	0,44	3,97	N.S.

Profundidad: 40-60 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	8,09	3,49	**
M.D. - M.N.D.S.P.	7,35	3,49	**
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	0,74	3,42	**

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

Tabla 12. Prueba de Duncan para 1 ATM. y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.P.	8,76	3,34	**
M.D. - M.N.D.S.D.	8,09	3,34	**
M.N.D.S.D. - M.N.D.S.P.	0,58	3,28	N.S.

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	5,08	3,18	*
M.D. - M.N.D.S.P.	3,99	3,18	*
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	1,09	3,12	N.S.

Profundidad: 40-60 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	7,90	2,03	**
M.D. - M.N.D.S.P.	7,86	2,03	**
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	0,04	1,95	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

Tabla 13. Prueba de Duncan para 2 ATM, y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.P.	5,01	3,22	**
M.D. - M.N.D.S.D.	4,65	3,22	**
M.N.D.S.D. - M.N.D.S.P.	0,36	3,10	N.S.

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.P.	3,22	1,87	*
M.N.D.S.D. - M.D.	1,37	1,87	N.S.
M.D. - M.N.D.S.	1,86	1,83	*

Profundidad: 40-60 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	5,55	3,46	*
M.D. - M.N.D.S.P.	4,52	3,46	*
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	1,03	3,39	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

Tabla 14. Prueba de Duncan para 5 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.P.	2,57	1,35	**
M.D. - M.N.D.S.D.	1,64	1,35	**
M.N.D.S.D.- M.N.D.S.P.	0,93	1,30	N.S.

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.N.D.S.D.- M.N.D.S.P.	1,84	1,29	*
M.N.D.S.D.- M.D.	1,78	1,29	*
M.D. - M.N.D.S.P.	0,06	1,26	N.S.

Profundidad: 40-60 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	3,64	2,31	**
M.D. - M.N.D.S.P.	3,40	2,31	**
M.N.D.S.P.- M.N.D.S.D.	0,24	2,22	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

Tabla 15. Prueba de Duncan para 15 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.P.	3,01	0,90	**
M.D. - M.N.D.S.D.	1,48	0,90	**
M.N.D.S.D. - M.N.D.S.P.	1,53	0,87	**

Profundidad: 20-40 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	1,4	0,87	*
M.D. - M.N.D.S.P.	0,85	0,87	N.S.
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	0,55	0,85	N.S.

Profundidad: 40-60 cms.

Comparación	Diferencia	SSD	Conclusión
M.D. - M.N.D.S.D.	2,03	1,47	**
M.D. - M.N.D.S.P.	2,01	1,47	**
M.N.D.S.P. - M.N.D.S.D.	0,02	1,41	N.S.

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

APENDICE 4

ANALISIS DE VARIANZA PARA AGREGADOS

MAYORES DE 2 Y 19 mm.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tabla 16. Análisis de varianza para agregados mayores de 19 mm

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	8					
Repeticiones	2	0,48	0,24	4,17	N.S.	
A	2	0,027	0,014	0,24	N.S.	
Error (a)	4	0,23	0,0575			
Laboreo secundario	9					
B	1	0,43	0,43	5,18	N.S.	
A x B	2	0,053	0,0265	0,32	N.S.	
Error (b)	6	0,498	0,083			

Tabla 17. Análisis de varianza para agregados mayores de 2 mm

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	8					
Repeticiones	2	0,307	0,154	2,80	N.S.	
A	2	0,256	0,128	2,33	N.S.	
Error (a)	4	0,22	0,055			
Laboreo secundario	9					
B	1	0,054	0,054	2,35	N.S.	
A x B	2	0,016	0,080	0,35	N.S.	
Error (b)	6	0,14	0,023			

APENDICE 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA DENSIDAD APARENTE  
Y POROSIDAD TOTAL DESPUES DEL LABOREO

www.bdigital.ula.ve

Tabla 18. Análisis de varianza para densidad aparente a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repeticiones	2	0,0083	0,00415	0,94		N.S.
A	3	0,037	0,0123	2,78		N.S.
Error (a)	6	0,0265	0,00442			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,00108	0,00108	0,49		N.S.
A x B	3	0,00152	0,000507	0,23		N.S.
Error (b)	8	0,0176	0,0022			

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repeticiones	2	0,0442	0,0221	2,79		N.S.
A	3	0,0784	0,0261	3,20		N.S.
Error (a)	6	0,0475	0,00792			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,00308	0,00308	2,25		N.S.
A x B	3	0,00685	0,00228	1,66		N.S.
Error (b)	8	0,01097	0,00137			

Tabla 18. Análisis de varianza para densidad aparente a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente (Continuación)

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	F.t 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repeticiones	2	0,0023	0,00115	0,26	N.S.
A	3	0,01298	0,00433	0,97	N.S.
Error (a)	6	0,0268	0,00447		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,00326	0,003263	1,62	N.S.
A x B	3	0,00434	0,001446	0,72	N.S.
Error (b)	8	0,0161	0,002013		

Tabla 19. Análisis de varianza para porosidad total a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. de profundidad

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repeticiones	2	10,73	5,37	0,79	N.S.	
A	3	53,05	17,68	2,60	N.S.	
Error (a)	6	40,87	6,81			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,025	0,025	0,0072	N.S.	
A x B	3	3,950	1,320	0,41	N.S.	
Error (b)	8	25,870	3,230			

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repeticiones	2	60,44	30,22	2,81	N.S.	
A	3	107,00	35,67	3,32	N.S.	
Error (a)	6	64,42	10,74			
Laboreo secundario	12					
B	1	4,44	4,44	1,63	N.S.	
A x B	3	2,26	0,75	0,28	N.S.	
Error (b)	8	21,73	2,72			

Tabla 19. Análisis de varianza para porosidad total a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. de profundidad. (Continuación)

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.
					0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repeticiones	2	3,15	1,58	0,27	N.S.
A	3	17,71	5,90	0,99	N.S.
Error (a)	6	35,55	5,93		
Laboreo secundario	12				
B	1	4,44	4,44	1,62	N.S.
A x B	3	5,89	1,96	0,72	N.S.
Error (b)	8	21,94	2,74		

Tabla 20. Análisis de varianza para los diferentes tratamientos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repeticiones	2	1,30	0,65	0,28		N.S.
A	3	5,64	1,88	0,80		N.S.
Error (a)	6	14,03	2,34			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,0164	0,0164	0,020		N.S.
A x B	3	1,20	0,40	0,48		N.S.
Error (b)	8	6,70	0,84			

Tabla 21. Análisis de varianza para los diferentes tratamientos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repeticiones	2	2.378,69	1.189,35	0,16		N.S.
A	3	10.623,87	3.541,29	0,48		N.S.
Error (a)	6	43.894,23	7.315,71			
Laboreo secundario	12					
B	1	231,26	231,26	0,15		N.S.
A x B	3	1.765,45	588,48	0,37		N.S.
Error (b)	8	12.673,91	1.584,24			

APENDICE 6

ANALISIS DE VARIANZA PARA INFILTRACION BASICA Y ACUMULADA

RELACION INFILTRACION ACUMULADA E INFILTRACION BASICA EN

FUNCION DEL TIEMPO

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

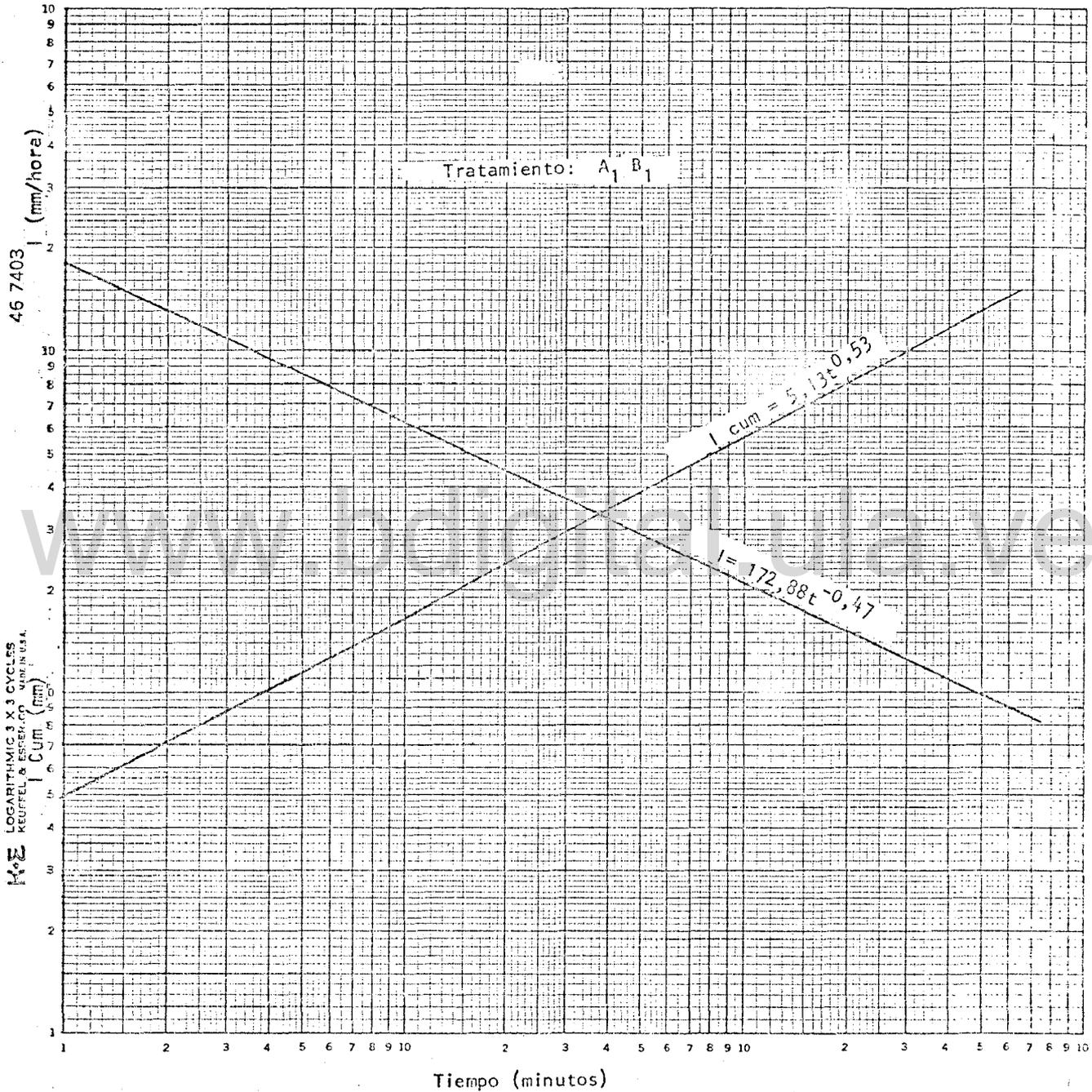


Figura 1. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento arado y cuatro pa ses de rastra.

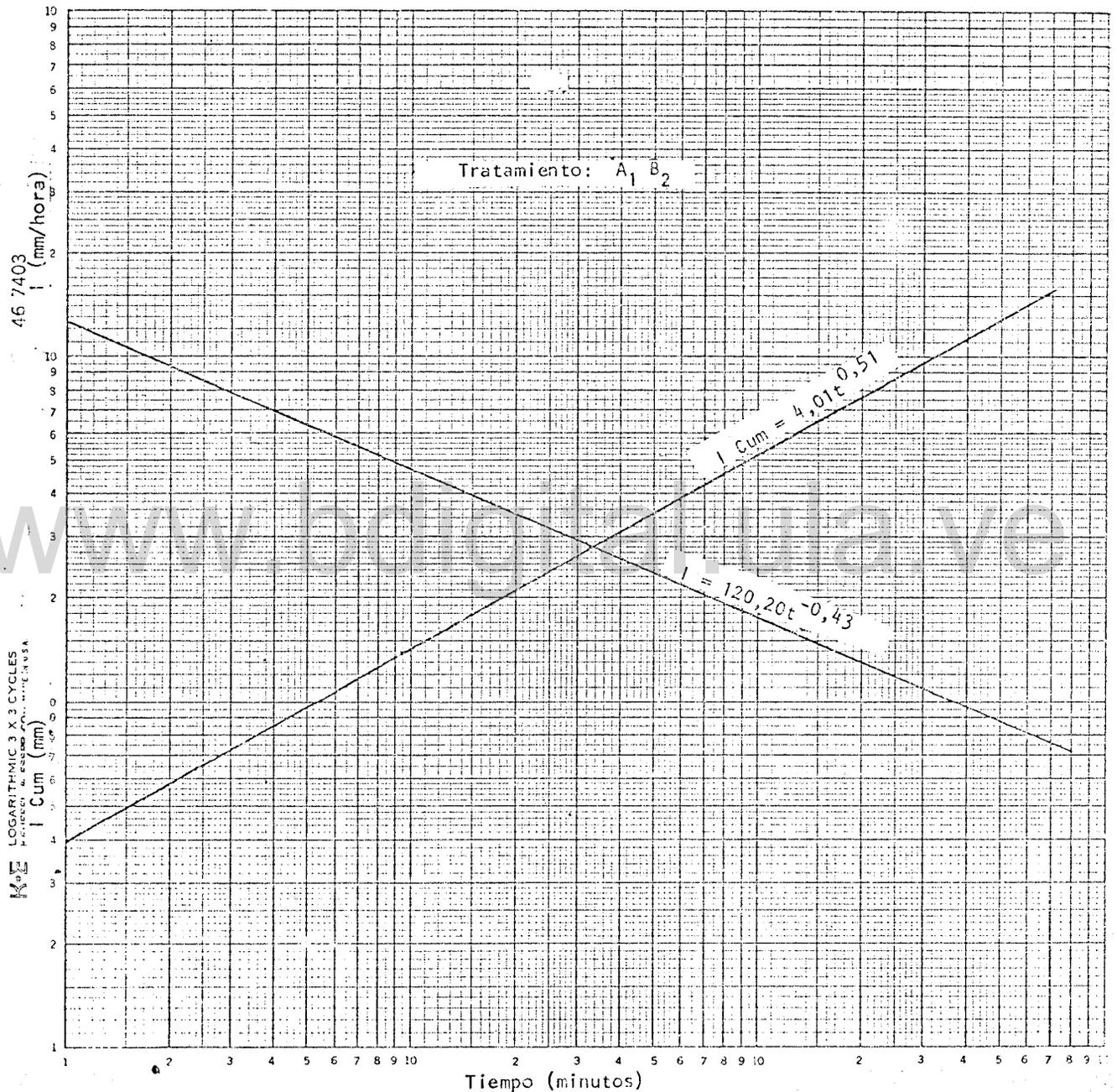


Figura 2. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento arado y seis pases de rastra.

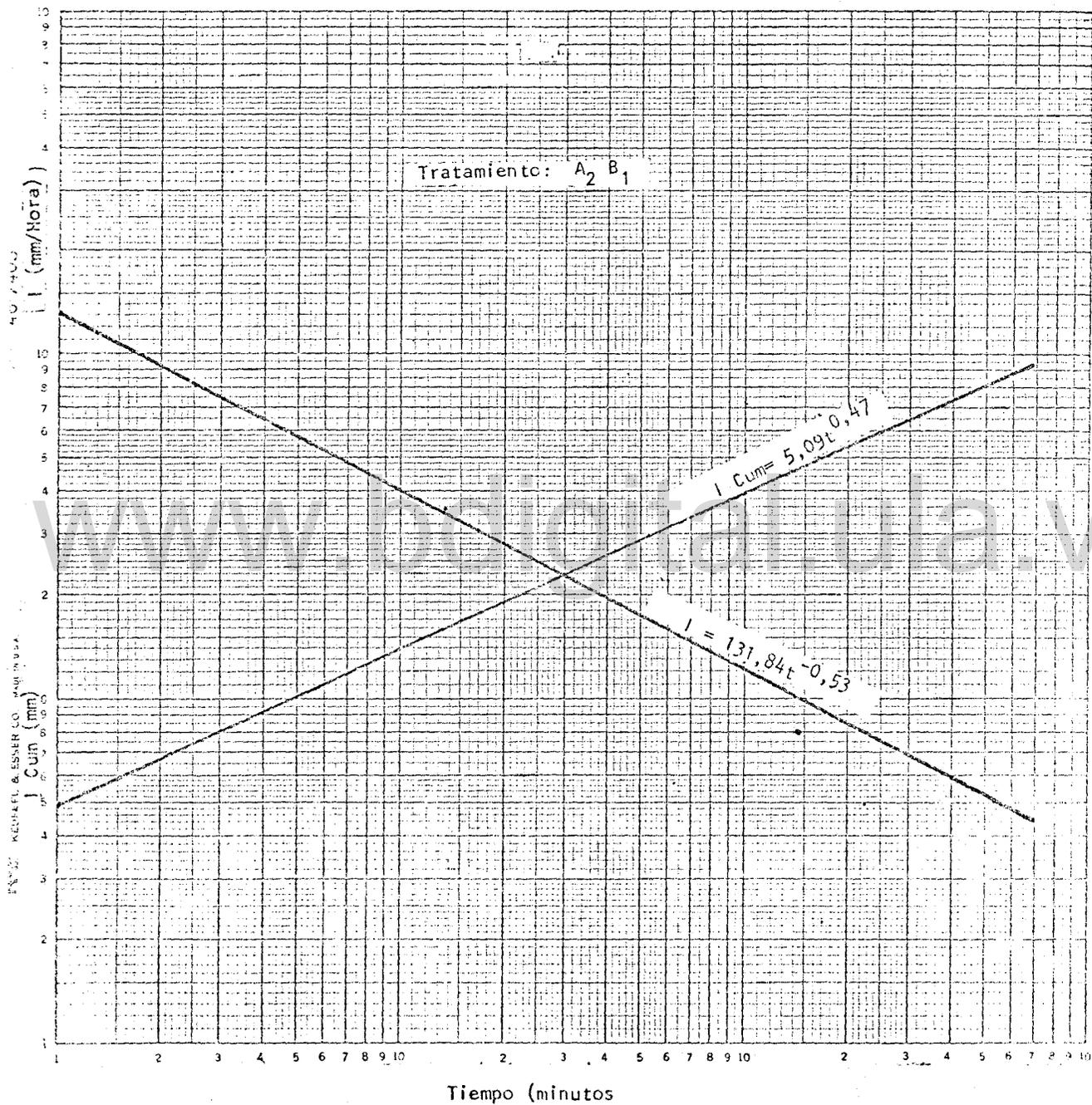


Figura 3. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento big-rome y cuatro pases de rastra.

Tabla 3. Datos de precipitación en mm correspondiente al ciclo del cultivo año 1978. 1 /

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1978	0	0	11	257,1	

1 / Estación de la parcela experimental del Foremaíz.

Tabla 5. Análisis de varianza y prueba de "F" para 0,3 ATM y profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,27	0,14	0,069		
Tratamientos	2	258,06	129,03	64,030**	6,94	18,00
Error (a)	4	8,06	2,015			
Total	8					

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	20,90	10,45	3,55		
Tratamientos	2	98,02	49,01	16,67*	6,94	18,00
Error (a)	4	11,75	2,94			
Total	8					

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	2,59	1,30	1,70		
Tratamientos	2	119,98	59,99	78,42**	6,94	18,00
Error (a)	4	3,06	0,765			
Total	8					

\* Diferencia significativa al 5% de probabilidad

\*\* Diferencia altamente significativa al 1% de probabilidad.

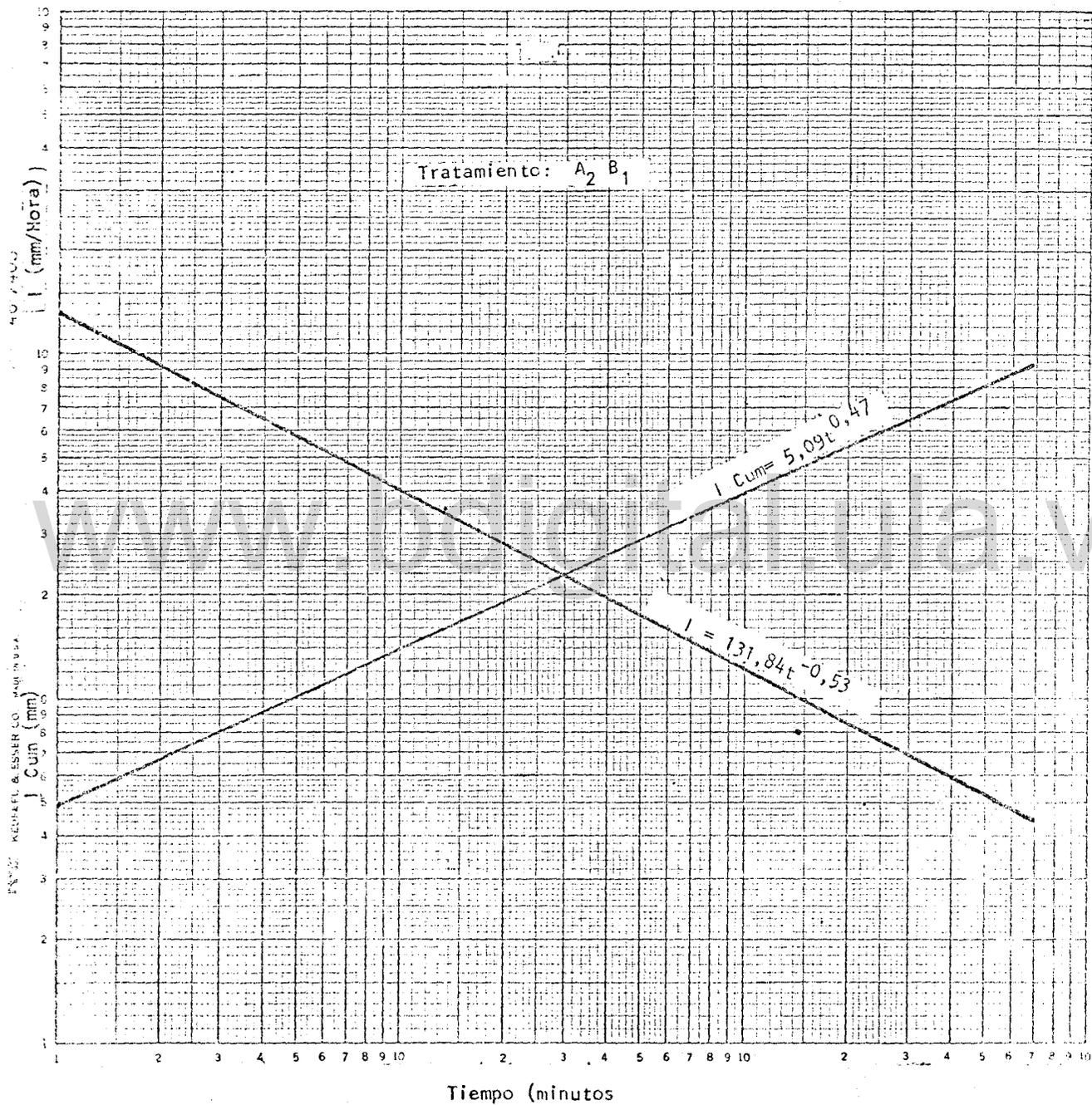


Figura 3. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento big-rome y cuatro pases de rastra.

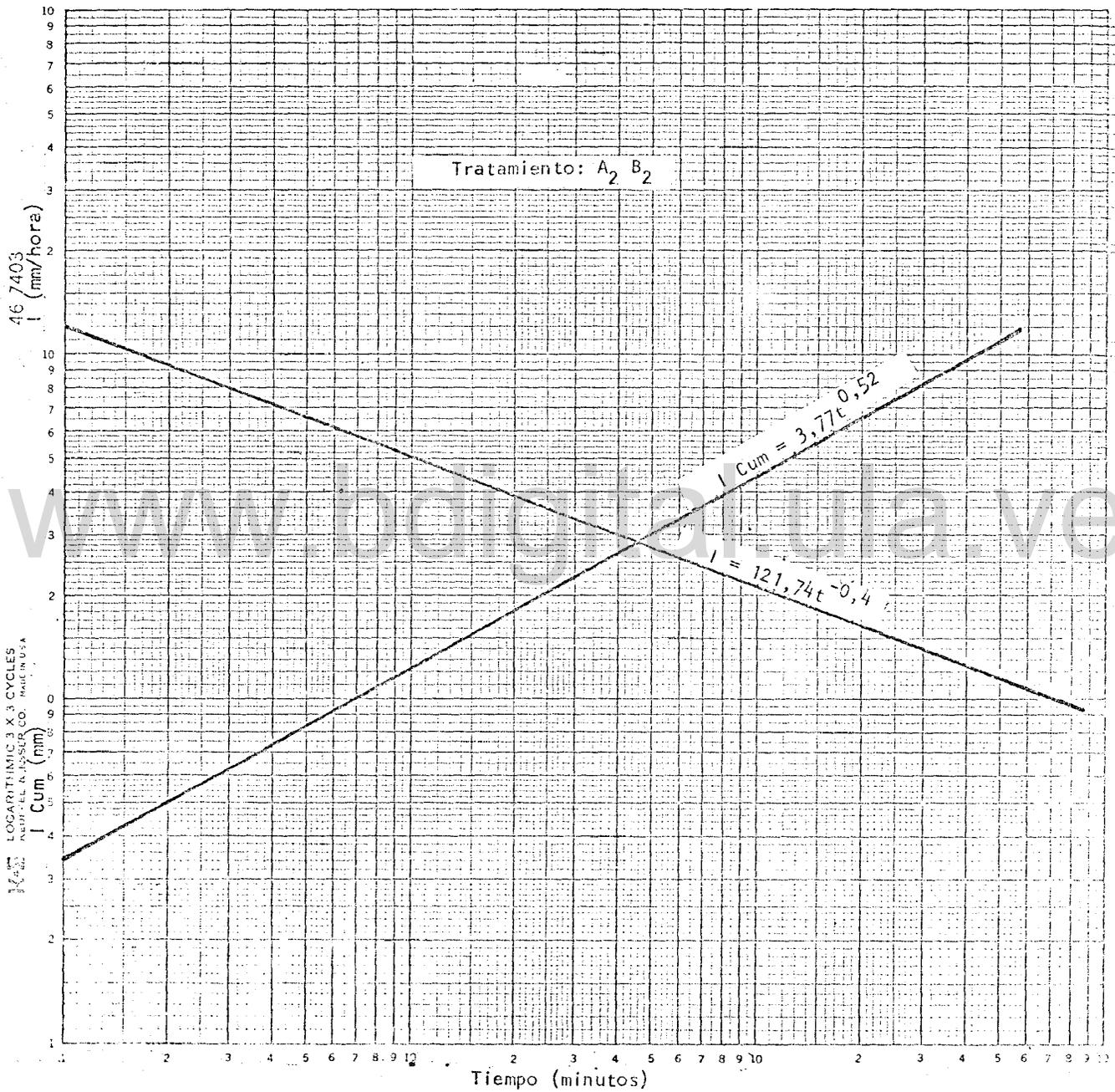


Figura 4. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento big-rome y seis pases de rastra.

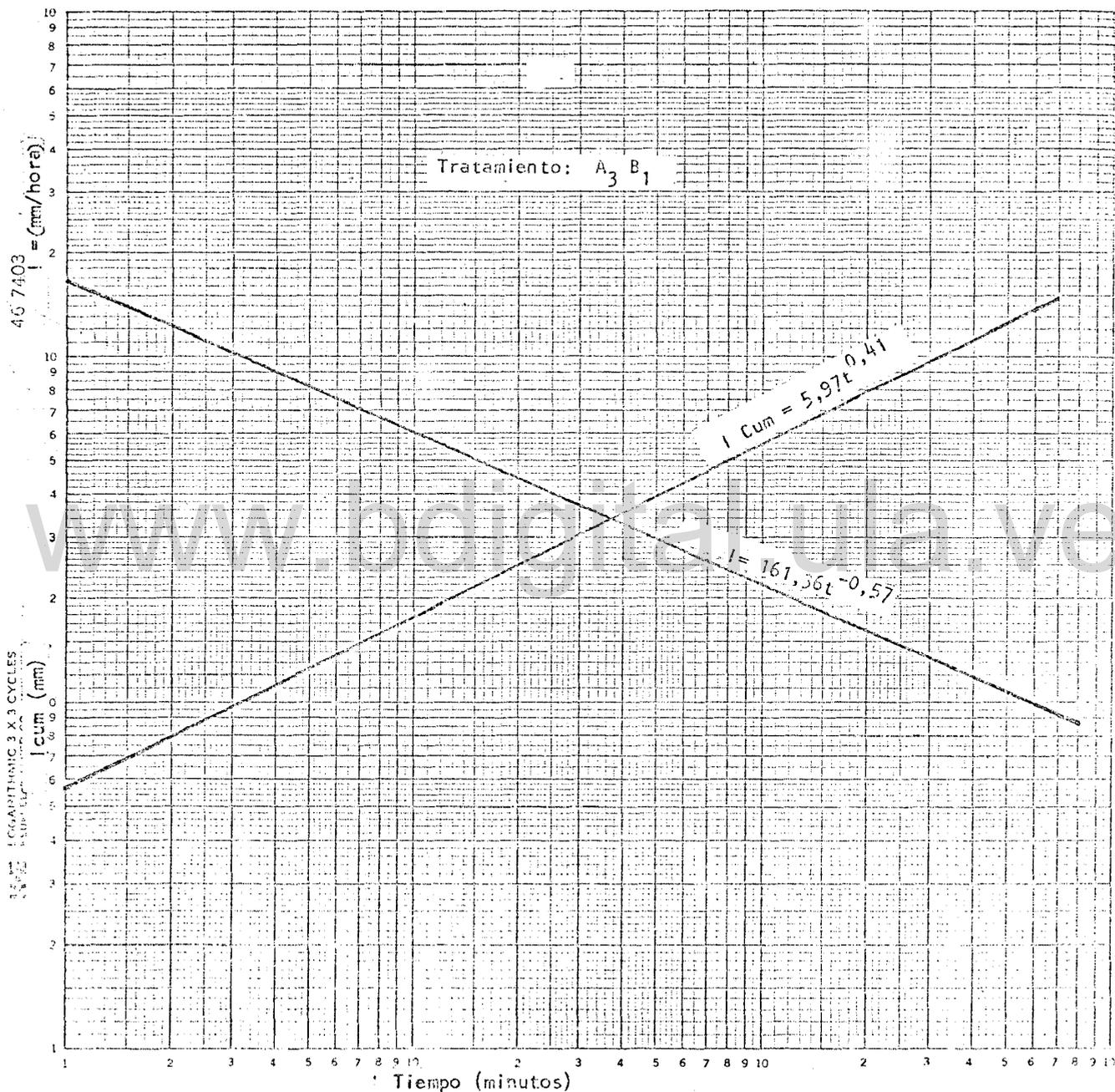


Figura 5. Relación infiltración acumulada e infiltración básica en función del tiempo para el tratamiento rastreo solamente cuatro pases.

APENDICE 7

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD A

PROFUNDIDADES DE: 0-20, 20-40 y 40-60 cms.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tabla 22. Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	9,11	4,56	0,29	N.S.
A	3	22,48	7,49	0,47	N.S.
Error (a)	6	95,83	15,97		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,27	0,27	0,058	N.S.
A x B	3	6,92	2,31	0,50	N.S.
Error (b)	8	36,95	4,62		

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	4,32	2,16	0,16	N.S.
A	3	12,90	4,30	0,33	N.S.
Error (a)	6	78,90	13,15		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,49	0,49	0,40	N.S.
A x B	3	2,56	0,85	0,70	N.S.
Error (b)	8	9,70	1,21		

Tabla 22. Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente. (Continuación)

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	F.t 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	28,14	14,07	1,26	N.S.
A	3	34,12	11,37	1,02	N.S.
Error (a)	6	66,88	11,15		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,29	0,29	0,011	N.S.
A x B	3	1,38	0,46	0,018	N.S.
Error (b)	8	204,57	25,57		

Tabla 23. Análisis de varianza para porcentaje de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	18,75	9,38	0,57		N.S.
A	3	37,65	12,55	0,76		N.S.
Error (a)	6	99,15	16,53			
Laboreo secundario	12					
B	1	21,85	21,85	1,47		N.S.
A x B	3	66,07	22,02	1,48		N.S.
Error (b)	8	119,21	14,90			

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	7,17	2,59	0,28		N.S.
A	3	38,06	12,69	1,36		N.S.
Error (a)	6	56,00	9,33			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,13	0,13	0,07		N.S.
A x B	3	15,90	5,30	2,76		N.S.
Error (b)	8	15,40	1,92			

Tabla 23. Análisis de varianza para porcentaje de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente. (continuación)

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t
					0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	23,28	11,64	1,50	N.S.
A	3	10,77	3,59	0,46	N.S.
Error (a)	6	46,41	7,74		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,51	0,51	0,30	N.S.
A x B	3	3,19	1,06	0,62	N.S.
Error (b)	8	13,65	1,71		

Tabla 24. Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.
					0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	11,14	5,57	2,35	N.S.
A	3	2,11	0,70	0,30	N.S.
Error (a)	6	14,19	2,37		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,73	0,73	0,34	N.S.
A x B	3	2,59	0,86	0,40	N.S.
Error (b)	8	17,37	2,17		

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.
					0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	9,28	4,64	3,00	N.S.
A	3	10,66	3,55	2,30	N.S.
Error (a)	6	9,27	1,55		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,69	0,69	0,51	N.S.
A x B	3	3,87	1,29	0,95	N.S.
Error (b)	8	10,84	1,36		

Tabla 24. Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente. (Continuación)

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.
					0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	16,24	8,12	1,85	M.S.
A	3	8,49	2,83	0,65	N.S.
Error (a)	6	26,29	4,38		
Laboreo secundario	12				
B	1	1,14	1,14	0,43	N.S.
A x B	3	9,58	3,19	1,21	N.S.
Error (b)	8	21,02	2,63		

Tabla 25 Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	33,07	16,54	0,97	N.S.
A	3	13,85	4,62	0,27	N.S.
Error (a)	6	101,87	16,98		
Laboreo secundario	12				
B	1	7,62	7,62	0,60	N.S.
A x B	3	18,80	6,27	0,50	N.S.
Error (b)	8	101,11	12,64		

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	10,75	5,38	0,34	N.S.
A	3	16,63	5,54	0,35	N.S.
Error (a)	6	95,97	16,00		
Laboreo secundario	12				
B	1	0,95	0,95	0,24	N.S.
A x B	3	10,73	3,58	0,90	N.S.
Error (b)	8	31,85	3,98		

Tabla 25. Análisis de varianza para porcentajes de humedad a: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente (continuación)

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					0,05	0,01
Laboreo primario	11					
Repetición	2	21,75	10,88	1,18	N.S.	
A	3	45,05	15,02	1,63	N.S.	
Error (a)	6	55,18	9,20			
Laboreo secundario	12					
B	1	0,59	0,59	0,063	N.S.	
A x B	3	34,53	11,51	1,23	N.S.	
Error (b)	8	75,01	9,38			

APENDICE 8

ANALISIS DE VARIANZA DE POROSIDAD TOTAL A LA FLORACION

A PROFUNDIDADES DE: 0-20, 20-40 y 40-60 cms.

Tabla 26. Análisis de varianza de porosidad total para profundidades de:  
0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente.

Profundidad: 0-20 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	5,14	2,57	0,63	N.S.
A	3	23,23	7,74	1,89	N.S.
Error (a)	6	24,64	4,10		
Laboreo secundario	12				
B	1	2,46	2,46	0,32	N.S.
A x B	3	19,65	6,55	0,85	N.S.
Error (b)	8	61,92	7,74		

Profundidad: 20-40 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0,05 0,01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	1,085	0,54	0,05	N.S.
A	3	65,46	21,82	2,05	N.S.
Error (a)	6	63,92	10,65		
Laboreo secundario	12				
B	1	2,04	2,04	1,09	N.S.
A x B	3	29,46	9,82	5,22	N.S.
Error (b)	8	15,00	1,88		

Tabla 26. Análisis de varianza de porosidad total para profundidades de: 0-20, 20-40 y 40-60 cms. respectivamente. (Continuación)

Profundidad: 40-60 cms.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t
					0,05 0.01
Laboreo primario	11				
Repetición	2	3,18	1,59	0,26	N.S.
A	3	17,71	5,90	0,97	N.S.
Error (a)	6	36,52	6,09		
Laboreo secundario	12				
B	1	4,44	4,44	0,53	N.S.
A x B	3	5,89	1,96	0,23	N.S.
Error (b)	8	67,53	8,44		