

Tolerancia de los cultivos maíz (*Zea Mays*, L) y pasto (*Brachiaria plantaginea*) a diferentes condiciones de inundación para la determinación del tiempo de drenaje

Por  
Ramírez Chávez, Guillermo

Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en  
Riego y Drenaje

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

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
Mérida - Venezuela  
1980

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

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

A mis padres  
A mi esposa  
A mis hijos

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

## AGRADECIMIENTO

Al Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras CIDIAT, a CORDIPLAN de Venezuela y a la Universidad Nacional de Colombia, por haber hecho posible la realización y culminación de esta valiosa etapa de mi formación profesional.

Al Dr. Rafael M. Rojas, bajo cuya dirección y orientación se realizó el presente estudio y a mis asesores de tesis, Dr. Eybar Rojas y Dr. Carlos J. Grassi por sus valiosos aportes al desarrollo de la investigación.

A todo el personal del Sistema de Riego Río Santo Domingo, por su decidida colaboración para el cumplimiento del trabajo de campo; y al compañero, Agrólogo Rubén Garavito, con quien compartí responsabilidades durante el desarrollo de los experimentos. Al Ing. Hugo Lara por sus oportunas orientaciones sobre la conducción de los ensayos.

A la Señorita Lina Ramírez por su esmerado trabajo de mecanografía, así como al personal de dibujantes del CIDIAT y a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado con la realización de este trabajo.

## INDICE

	Página
AGRADECIMIENTO. . . . .	i
LISTA DE TABLAS. . . . .	v
LISTA DE FIGURAS. . . . .	viii
RESUMEN. . . . .	xi
Capítulo	
I. INTRODUCCION. . . . .	1
Objetivo. . . . .	2
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
El drenaje natural de los Llanos Occidentales. . . . .	4
Efecto del mal drenaje superficial sobre la aireación del suelo. . . . .	5
Daño a cultivos debidos a problemas de drenaje superfi- cial. . . . .	7
Elemento del diseño de redes colectoras de drenaje. . .	10
III. PROCEDIMIENTO. . . . .	15
Metodología utilizada. . . . .	15
Descripción del área. . . . .	16
Ubicación de los experimentos. . . . .	16
Clima. . . . .	16
Características pluviométricas. . . . .	16
Temperatura, evaporación y humedad relativa .	17
Suelos. . . . .	17
Descripción de los experimentos. . . . .	19
Cultivos. . . . .	19
Pasto Brachiaria ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ). .	19
Maíz ( <i>Zea mays</i> , L). . . . .	20
Suelos y parámetros edafotécnicos. . . . .	20
Selección de suelos. . . . .	20

INDICE (Contin).

	Página
Características de los suelos. . . . .	20
Suelo I. Ensayo de maíz. . . . .	21
Suelo II. Ensayo pasto Brachiaria. . . . .	21
Suelo III. Ensayos de maíz y pasto Brachia rio. . . . .	22
Tratamientos en el ensayo de maíz. . . . .	24
Epoca de inundación. . . . .	24
Tiempo de inundación. . . . .	24
Tratamientos en el ensayo de pasto Brachiario. . . . .	24
Diseño experimental. . . . .	25
Conducción de los cultivos. . . . .	29
Cultivo de maíz. . . . .	29
Cultivo de pasto Brachiario. . . . .	31
Indices de evaluación. . . . .	31
Mediciones fitotécnicas. . . . .	31
Altura de plantas. . . . .	31
Área foliar. . . . .	32
Número de granos por mazorca. . . . .	32
Peso de granos. . . . .	32
Producción de materia seca en pasto Brachia rio. . . . .	32
Mediciones edáficas. . . . .	32
Humedad del suelo después de la inundación. . . . .	32
Densidad aparente y densidad real. . . . .	33
Procesamiento de la información. . . . .	33
Análisis estadístico. . . . .	33
Análisis de los datos de precipitación mediante un programa de computación. . . . .	33
IV. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS. . . . .	41
Influencia del tiempo de inundación sobre el maíz. . . . .	41

INDICE (Contin.).

	Página
Crecimiento de plantas. . . . .	41
Área foliar. . . . .	48
Número de granos por mazorca. . . . .	51
Producción de granos. . . . .	54
Influencia del tiempo de inundación sobre el pasto Brachiaria. . . . .	59
Efectos posteriores a la inundación sobre el ambiente edáfico de los cultivos. . . . .	64
Determinación del tiempo de drenaje para el maíz. . . . .	67
Relación entre la precipitación y el tiempo de inundación. . . . .	67
Comparación de los resultados de producción. . . . .	71
Consideraciones económicas. . . . .	73
El tiempo de drenaje en relación al caudal de diseño. . . . .	78
Selección del tiempo de drenaje para el pasto Brachiario.	80
V. CONCLUSIONES. . . . .	81
LITERATURA CITADA. . . . .	83
APENDICE A: Tablas de resultados . . . . .	85
APENDICE B: Tablas de análisis de varianza y diferencia mínima significativa. . . . .	99
APENDICE C: Descripción de las características de los suelos	112
APENDICE D: Materiales de apoyo. . . . .	128
APENDICE E: Resultados del balance hidrológico . . . . .	136

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
3.1 Ecuaciones de infiltración obtenidas para los diferentes suelos utilizados en los experimentos . . . . .	23
3.2 Tratamientos de inundación. . . . .	26
3.3 Distribución de los tratamientos de inundación en bloques al azar. . . . .	28
4.1 Porcentaje de área foliar en relación al testigo, para plantas de maíz sometidas a diferentes períodos de inundación. .	49
4.2 Número de granos por mazorca en plantas de maíz sometidas a diferentes tiempos de inundación. . . . .	53
4.3 Rendimientos relativos y pérdidas de la producción de maíz sometido a diferentes períodos de inundación. Valores promedios para dos suelos. . . . .	74
4.4 Relación entre beneficio imputable al drenaje y costos de drenaje, para diferentes combinaciones de tiempo de retorno, tiempo de drenaje y época de inundación. . . . .	79
A.1 Altura en centímetros de las plantas de maíz en el suelo de banco, que fueron sometidas a inundación. . . . .	86
A.2 Altura en centímetros de las plantas de maíz en un suelo de bajío, que fueron sometidas a inundación a los 26 días después de la siembra. . . . .	87
A.3 Crecimiento relativo de plantas de maíz en el suelo de banco, sometidas a diferentes períodos de inundación a los 26 días después de la siembra, calculados a partir de los datos de la Tabla A.1. . . . .	88
A.4 Crecimiento relativo de plantas de maíz en el suelo de bajío, sometidos a diferentes períodos de inundación a los 26 días después de la siembra, calculados a partir de los datos de la Tabla A.2. . . . .	89
A.5 Índices de área foliar del maíz en el suelo de banco, sometido a diferentes tratamientos de inundación a los 26 días después de la siembra. . . . .	90
A.6 Índices de área foliar del maíz en el suelo de bajío, sometido a diferentes tratamientos de inundación a los 26 días después de la siembra . . . . .	91

**LISTA DE TABLAS (Contin).**

Tabla	Página
A.7 Producción de granos (Kg/Ha) del maíz expresada al 15% de humedad, en el suelo de banco, sometido a diferentes tratamientos de inundación. . . . .	92
A.8 Producción de granos (Kg/Ha) del maíz expresada al 15% de humedad en el suelo de bajío, sometido a diferentes tratamientos de inundación. . . . .	93
A.9 Pérdidas en producción del maíz de el suelo de banco sometido a diferentes períodos de inundación, a los 26 días después de la siembra. . . . .	94
A.10 Pérdidas en producción del maíz en un suelo de banco sometido a diferentes períodos de inundación, a los 60 días después de la siembra. . . . .	94
A.11 Pérdidas de producción del maíz en el suelo de bajío sometido a diferentes períodos de inundación a los 26 días después de la siembra. . . . .	95
A.12 Pérdidas de producción del maíz en el suelo de bajío sometido a diferentes períodos de inundación a los 60 días después de la siembra. . . . .	95
A.13 Población de plantas por hectárea del maíz del suelo de banco Los tratamientos 1 a 4 y 5-8 se realizaron respectivamente a los 26 días y 60 días después de la siembra. . . . .	96
A.14 Población de plantas por hectárea, del maíz en el suelo de bajío. Los tratamientos 1 a 4 y 5 a 7 se realizaron respectivamente, a los 26 días y 60 días después de la siembra. . . . .	96
A.15 Producción de materia seca ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) del pasto Brachiaria en el suelo de banco, inundado 15 dfas después del primer corte. . .	97
A.16 Producción de materia seca ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) del pasto Brachiaria en el suelo de bajío, inundado a los 15 días después del primer corte. . . . .	98
B.1 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de altura de plantas de maíz consignados en la Tabla A.1.	100

**LISTA DE TABLAS (Contin).**

Tabla	Página
B.2 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de altura de plantas de maíz consignados en la Tabla A.2. . . . .	102
B.3 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa para los datos de Índice Foliar consignados en la Tabla A.6. . .	104
B.4 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los registros de Índice Foliar consignados en la Tabla A.7 .	105
B.5 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de producción de maíz consignados en la Tabla A.7	106
B.6 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de producción de maíz consignados en la Tabla A.8	107
B.7 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de población de plantas consignados en las Tablas A.11 y A.12. . . . .	108
B.8 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de población de plantas consignados en las Tablas A.13 y A.14. . . . .	109
B.9 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de materia seca de pastos Brachiaria consignados en la Tabla A.15. . . . .	110
B.10 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de materia seca de pasto Brachiaria consignados en la Tabla A.16. . . . .	111
D.1 Daños sufridos por diferentes cultivos (en % de la producción sin sumersión) debidas a diferentes períodos de sumersión y en diferentes meses del año, según Salamín (1961), citado por Rojas (1976). . . . .	130
D.2 Lluvias extremas y tiempo de retorno. Estación Barinas-Socorro Edo. Barinas. 1953-1973. . . . .	131
D.3 Lluvias extremas y tiempo de retorno. Estación Punta Gorda La Cardenera, Edo. Barinas. 1958-1973. . . . .	132

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
3.1 Distribución anual de la precipitación y la evaporación . . .	18
3.2 Diseño típico de las parcelas experimentales en bloques al azar con 9 tratamientos de inundación y 3 repeticiones . . .	27
3.3 Esquema del balance hidrológico para un sistema de Drenaje Superficial . . . . .	36
3.4 Diagrama de flujo del balance hidrológico para un suelo de bajío. . . . .	38
4.1 Influencia del tiempo de inundación sobre el crecimiento de plantas de maíz, tres días después de finalizado el anegamiento. . . . .	43
4.2 Influencia del tiempo de inundación sobre la altura final de plantas de maíz, sometidas al anegamiento a los 26 días de edad. . . . .	43
4.3 Efecto del tiempo de inundación sobre el crecimiento de plantas de maíz en el suelo de banco, sometidas a inundación a los 26 días después de la siembra. . . . .	44
4.4 Efecto del tiempo de inundación sobre el crecimiento de plantas de maíz, en el suelo de bajío, sometidas a inundación a los 26 días después de la siembra. . . . .	45
4.5 Efecto del tiempo de inundación sobre la altura relativa de plantas de maíz a los 75 días. . . . .	46
4.6 Efecto del período de inundación sobre el área foliar en el cultivo del maíz, inundado durante la etapa de crecimiento. . . .	49
4.7 Efecto del tiempo de inundación sobre el tamaño de las mazorcas y la distribución de granos, en plantas de maíz sometidas al anegamiento en la etapa de crecimiento. . . . .	52
4.8 Efecto del tiempo de inundación sobre el tamaño de las mazorcas y la distribución de granos, en plantas de maíz sometidas al anegamiento en la etapa de polinización y fertilización del óvulo . . . . .	52
4.9 Influencia del tiempo de inundación sobre las pérdidas de producción de maíz en el suelo de banco. . . . .	56

**LISTA DE FIGURAS (contin).**

Figura	Página
4.10 Influencia del tiempo de inundación sobre las pérdidas de producción de maíz en el suelo de bajío . . . . .	57
4.11 Efecto del tiempo de inundación durante la etapa de crecimiento del maíz, sobre altura de plantas, área foliar y rendimiento . . . . .	60
4.12 Producción de materia seca ( $\text{gr/m}^2$ ) del pasto Brachiaria en el suelo de banco, sometido a diferentes períodos de inundación. . . . .	61
4.13 Producción de materia seca ( $\text{gr/m}^2$ ) del pasto Brachiaria en el suelo de bajío, sometido a diferentes períodos de inundación . . . . .	62
4.14 Contenido de humedad y porcentaje de poros libres de agua en el suelo de banco, después de la inundación . .	65
4.15 Contenido de humedad y porcentaje de poros libres de agua en el suelo de bajío, después de la inundación ..	66
4.16 Lluvias extremas en función del tiempo de retorno . .	69
4.17 Relación entre el rendimiento potencial del maíz en condiciones de buen drenaje y el rendimiento cuando el cultivo es sometido a diferentes tiempos de inundación ..	75
4.18 Pérdidas de producción de maíz en relación al tiempo de inundación, valores promedios en relación a la producción sin inundación en los dos suelos ensayados . . . . .	76
C.1 Curvas de infiltración, Suelo I . . . . .	125
C.2 Curvas de infiltración, Suelo II . . . . .	126
C.3. Curvas de infiltración, Suelo III . . . . .	127
D.1 Influencia del período de inundación sobre la producción de varios cultivos . . . . .	129
D.2 Curvas de crecimiento del maíz (híbrido Baraure) y profundidad radicular en la serie agua blanca (Parcela experimental de FOREMAIZ) . . . . .	133
D.3 Frecuencia de lluvias extremas . . . . .	134
D.4 Diagrama para diagnóstico del problema de drenaje (Rojas 1976) . . . . .	135

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la tolerancia del Maíz y el pasto Brachiaria a diferentes tiempos de inundación con el objetivo principal de estimar el tiempo de drenaje a ser usado en el diseño de colectores de drenaje superficial. El trabajo se llevó a cabo en la Parcela Experimental del Sistema de Riego Río Santo Domingo, adoptando para el desarrollo de los experimentos un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y replicando cada uno de los ensayos de maíz y pasto en suelos de banco y bajío. El maíz fue sometido de inundación de 12, 24, 48 y 72 horas cuando el cultivo tenía 26 días de edad y 24, 48, 72 y 100 horas de inundación cuando el maíz tenía 60 días de edad siendo los tratamientos mutuamente excluyentes, es decir, que ninguna parcela se inundó más de una vez. El pasto fue inundado por 2, 4, 8 y 12 días a partir de los 15 días después del primer corte.

En el ensayo de maíz, los resultados indicaron que el anegamiento del cultivo durante la etapa de crecimiento afectan el desarrollo del cultivo en relación a la altura de plantas, área foliar y tamaño de mazorcas, ocasionando pérdidas en la producción de granos; los daños aumentan cuanto mayor sea el tiempo de inundación. El efecto del anegamiento a los 60 días de edad del cultivo afectan fundamentalmente la polinización y fertilización de granos reduciendo drásticamente la producción; para 24 horas de inundación en esta etapa, las pérdidas de producción alcanzaron un 30% en relación a la producción sin anegamiento; tiempos de inundación mayores a 72 horas, provocan pérdidas superiores al 75%. En general el efecto de la inundación es más severo en la etapa de polinización que en la etapa de crecimiento y más drástico en el suelo de bajío que en el suelo de banco. En base a la curva de daños obtenida y te-

niendo en cuenta aspectos económicos del drenaje, se recomienda adoptar 24 horas como tiempo de drenaje para el cultivo del maíz.

El pasto Brachiara no presentó una disminución significativa en la producción de materia seca luego de finalizados los tratamientos de inundación. En base a lo anterior, se recomienda adoptar 12 días como tiempo de drenaje para el pasto Brachiara cuando se usa para corte, que los resultados no pueden extenderse para el caso de pastoreo ya que el efecto de éste no fue estudiado.

www.bdigital.ula.ve

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

La región de los Llanos Occidentales de Venezuela se caracteriza por poseer una topografía plana, suelos generalmente aluviales y de textura pesada con problemas por el lento drenaje externo e interno, lo cual unido a altas precipitaciones anuales que ocurren casi totalmente durante los meses de Abril a Octubre, trae como consecuencia un bajo rendimiento de los cultivos susceptibles a los excesos de humedad. El establecimiento de cultivos en esta región obedece en cierta manera a los llamados ciclos de verano e invierno, estando la productividad agrícola muy ligada al volumen y distribución de las lluvias durante el desarrollo de los cultivos. El maíz (*Zea mays, L.*) por ejemplo, es un cultivo característico de la época de lluvias, siendo la región de los Llanos Occidentales la mayor área productora en todo el país; sin embargo, los rendimientos del maíz se ven afectados casi todos los años debido principalmente a problemas de drenaje superficial.

Conscientes de que el problema del mal drenaje superficial es en particular uno de los principales factores limitantes en la producción de cultivos tanto en áreas actualmente en uso como en zonas potencialmente agrícolas, diversas instituciones han desarrollado investigaciones o emprendido obras tendientes a encontrar soluciones al problema de drenaje superficial, pues se ha demostrado que la práctica adecuada del drenaje mejora sustancialmente la productividad de cultivos. Actualmente, el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT) participa en el estudio del Sistema de Drenaje Superficial del área Guanare-Masparro, que constituye un aspecto cen-

tral y prioritario para el desarrollo de esta importante zona agrícola.

Normalmente los proyectos de drenaje exigen el diseño y construcción de una red de colectores; aun cuando existen diferentes metodologías para el diseño, su aplicación al medio tropical requiere el uso de una información básica que esté de acuerdo con las especiales características hidrológicas y edafológicas de la región, a fin de que los sistemas de drenaje garanticen un óptimo rendimiento de los cultivos. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones y con el fin de aportar algunos criterios para el diseño de redes colectoras de drenaje superficial, el presente trabajo está orientado a la determinación del tiempo de drenaje para los cultivos de Maíz y Pasto Brachiaria (*Braquiaria plantaginea*) ambos de importancia económica regional y nacional.

### Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es la determinación del tiempo de drenaje para los cultivos de Maíz y pasto Briachiaria. Para alcanzar el objetivo planteado, se estudiará la tolerancia de los dos cultivos a diferentes condiciones de inundación realizando para dos condiciones de suelo diferentes, las siguientes determinaciones principales:

- a) Rendimiento del maíz en función del tiempo de inundación.
- b) Producción del pasto Briachiaria en función del tiempo de inundación.
- c) Observación del efecto de la inundación sobre el crecimiento general de los cultivos.
- d) Comparar el efecto de los tratamientos de inundación sobre los cul-

tivos establecidos en dos suelos diferentes.

El trabajo de campo y la conducción de los experimentos fueron realizados conjuntamente por el Agrónomo Rubén Garavito y el autor del presente estudio, con el fin de utilizar los resultados obtenidos en nuestros respectivos temas de tesis.

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

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### El Drenaje Natural de Los Llanos Occidentales

El sistema de drenaje natural, en los Llanos, es un sistema adaptado a un régimen climático estacional con períodos de excesos y escasez de agua, en una planicie uniforme que en su totalidad, incluyendo la topografía y suelos actuales, han resultado de una historia fluctuante y dinámica de sedimentación e inundación, dando origen a un sistema de ríos, bajíos, caños, bancos y esteros (Staver, 1980).

En este gran ecosistema es común la presencia de los llamados suelos pesados que pueden caracterizarse como suelos de textura fina que presentan fuertes limitaciones de laboreo y/o drenaje (Cabrera, 1976). Ello es común a la ocurrencia de estos suelos en superficies planas o ligeramente cóncavas, en posiciones usualmente bajas y a los caracteres texturales y estructurales, que hacen lento el flujo de agua a través del perfil (Comerma, 1978).

Las condiciones hidroclimáticas de la región, tienen gran influencia en el movimiento del agua sobre o a través del suelo. Según Staver (1980) el nivel freático muestra variaciones según la posición fisiográfica de los suelos, encontrándose una correlación entre nivel freático y precipitación, con el nivel freático subiendo uno o dos meses después del inicio de la estación lluviosa y bajando uno o dos meses después del final de las lluvias. El nivel freático puede localizarse en la época seca, a profundidades mayores de 2 m y en la época de lluvias puede estar a 50 cm e inclusive, llegar a alcanzar la

superficie. Así, en la región de los Llanos Occidentales, es común encontrar áreas con problemas de Drenaje Superficial y/o con mal drenaje interno de los suelos.

En relación al drenaje superficial, Alran (1974), identifica dos tipos principales de problemas:

- El problema de la evacuación de las aguas de precipitación anegadas en las superficies agrícolas, la cual se efectúa en dos etapas: primero, escurreimiento fuera de la parcela y luego escorrentía hasta el río.
- El problema de desbordamiento de los ríos; pueden conjugarse también los dos problemas y según la posición fisiográfica, varía el tiempo o permanencia de la inundación.

#### Efecto del mal drenaje superficial sobre la aireación del suelo

Es bien conocido que el problema de la humedad excesiva al efectuar la producción de cultivos, se centra alrededor de una aireación deficiente. Aunque el trabajo de muchos investigadores han establecido este principio, gran parte de la información reunida en condiciones de laboratorio e invernadero, tienden a tener un valor limitado, para aclarar el problema de la humedad excesiva y de la producción de cosechas, tal como sucede en las condiciones de campo. (Van't Woudt y Hagan, 1967).

El llenado de agua de los poros del suelo, no sólo desplaza al aire, sino que también obstruye la difusión gaseosa. El contenido de oxígeno en suelos húmedos, está limitado no solamente debido a la pequeña cantidad de oxígeno disuelto en el agua, sino también debido a la proporción extremadamente ba-

ja de la difusión gaseosa a través de dichos suelos. En suelos inundados, el intercambio gaseoso está virtualmente confinado a una fracción de la superficie del suelo y abajo de ésta el oxígeno es virtualmente inexistente. (Van't Woudt y Hagan, 1967).

El efecto inhibidor de la deficiencia de oxígeno y el aumento del Dióxido de Carbono, se manifiesta en la declinación de la velocidad de transpiración que se efectúa cuando las plantas están inundadas, lo cual refleja la dificultad que experimentan las plantas para extraer humedad del suelo encharcado.

Las condiciones de aireación pobre entorpecen la absorción de agua como lo evidencian los síntomas de marchitamiento presentes en muchas plantas después de la inundación (Rojas E., 1978). Puede decirse que el encharcamiento ocasiona un efecto de sequía fisiológica para las plantas similar a un déficit de humedad. Kramer (1956) citado por Rojas E. (1978), sostiene que las condiciones de poca aireación restringen la permeabilidad de las raíces y en consecuencia, la absorción de agua.

El suelo requiere una cantidad considerable de oxígeno para la mineralización de los elementos presentes en la materia orgánica y para la actividad microbiológica. La aireación deficiente reduce la actividad de los microorganismos, ocasionando una disminución en la tasa de reciclaje de nitratos y nitritos, manifestándose entonces deficiencias de nitrógeno en el suelo; por ello, la tasa de mineralización del nitrógeno orgánico es menor en suelos saturados o inundados (Wasseling, 1974; Rojas E., 1978).

Guilarte y Martínez (1971), señalan que aunque los suelos con mal drenaje casi siempre están asociados con poca aireación y baja tensión de oxígeno

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

no, el factor primario para el desarrollo de las plantas, puede ser la falta de nitrógeno. Al citar a Schaw y otros (1966), los mencionados autores resumen experimentos de drenaje con diferentes niveles de aplicación de nitrógeno en maíz, evaluando los rendimientos para un suelo lacustrino de textura fina. Los tratamientos consistieron en parcelas sin drenaje, con drenaje superficial, drenaje entubado y una combinación de drenaje superficial y entubado. Los tres tratamientos drenados dieron rendimientos significativamente mayores a los no drenados y el nitrógeno incrementó los rendimientos de maíz significativamente en todos los niveles de drenaje.

#### Daño a cultivos debidos a problemas de drenaje superficial

El daño directo sobre los cultivos, es básicamente ocasionado por una fuerte disminución del oxígeno del suelo y el aumento de la concentración de dióxido de carbono y otros subproductos de la reducción; sin embargo, se debe analizar que las consecuencias del mal drenaje sobre la producción agrícola afectan no sólo en forma directa a los cultivos, sino que además dificulta la mecanización y otras labores culturales, aumentando el problema de sanidad vegetal, animal y humana; daño a la infraestructura del área, etc. (Rojas, 1976).

Varios autores (Nikolasky, 1977; Williamson y Carreker, 1970; Hiler, Clark y Glass, 1971) han estudiado el efecto de diferentes profundidades del nivel freático sobre la producción de varios cultivos. El efecto de una lámina de agua sobre la superficie puede ocasionar muchas veces daños más severos a la producción de cultivos, que una elevación parcial del nivel freático.

Es importante observar, que el efecto del mal drenaje superficial, es una función del tiempo de inundación, el tipo de cultivo y su tolerancia al

anegamiento, así como del estado de desarrollo del mismo y de la duración y frecuencia de la inundación.

Cada uno de los parámetros mencionados anteriormente, tienen efecto especial en la producción. Algunos pastos presentan resistencia en condiciones de inundación, pero se ha demostrado también que las plantas sometidas a un período de inundación no se recuperan totalmente, siendo más susceptibles a efectos posteriores (Rhoades, 1967, citado por Rojas, 1976). Se presenta también el caso de que para un correcto manejo de ciertos pastizales, tanto naturales como introducidos adaptable al mal drenaje, se hace necesario mantener láminas de inundación durante ciertos períodos de crecimiento, es decir necesitan de un drenaje controlado (Comerma, 1978). En la clasificación de las Gramíneas del Distrito Federal se presenta al pasto Brachiaria plantaginea como adaptado a condiciones de bancos, bajíos y hasta esteros (De Febres 1963; Ramia, 1974).

La respuesta de las plantas en relación a la eficiencia de uso de agua por la misma, está influenciada por el estado de desarrollo vegetativo de las mismas (Sullivan y Eastin, 1974). Las plantas suelen presentar períodos críticos en relación a la disponibilidad de humedad requerida. En el maíz, un exceso de agua en el primer período de crecimiento puede producir una clorosis y retardar o impedir el crecimiento; luego de este primer período, el cultivo es más resistente, sin embargo, un exceso de agua en el período de formación del fruto, puede no perjudicar tan gravemente a la planta, pero sin afectar la formación de grano y consecuentemente reducir la producción (Rojas, 1976).

Miller et. al (1971), considera que el mal drenaje en los Llanos Occidentales, reduce los rendimientos del maíz, de 4000-5000 Kg/Ha a un rango de Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela (CC BY - NC - SA 3.0 VE )

1500 -2000 Kg/Ha. Esta consideración es corroborada por los ensayos de FOREMAIZ para siembras en plano. Catrera (1976) al comparar los rendimientos obtenidos por los agricultores entre la siembra en plano y la siembra en bancales, como práctica de drenaje, encontró que los rendimientos en plano durante 1971 y 1973 fueron de 1050 -1100 Kg/Ha, que representan un 44% de los rendimientos obtenidos con prácticas de drenaje superficial.

Williamson (1964) citado por Miller et. al. (1971), señala para el maíz una tasa óptima de difusión de oxígeno la cual está relacionada con la porosidad del suelo. Williamson demostró que, reduciendo esa tasa en un 20%, se reducían en un 75% los rendimientos en maíz.

Miller et. al. (1971) citado a distintos especialistas (Holt y Van Doren, 1961; Denmead y Shaw, 1960; Robins y Domingo 1953; Runge 1968), señala que en el maíz existe un período muy crítico para producir, que va desde la antesis hasta la formación del grano. En este momento la planta requiere un estado óptimo de humedad en el suelo. Runge (1968) sostuvo que la lluvia tenía poca influencia en los rendimientos de maíz, 26 días antes de la antesis y 14 días después de la misma. En Venezuela la antesis puede aparecer dentro de los 50 días posteriores a la siembra, por lo cual entre el período de siembra más 25 días y siembra más 65, la disponibilidad de agua necesita ser alta para obtener máximos rendimientos (Miller et. al. 1971).

Salamin (1961) citado por Rojas (1976) estudió los daños sufridos por diferentes cultivos debidos a diferentes períodos de sumersión en diferentes meses del año, encontrando para el maíz daños del 100% cuando el cultivo estuvo inundado por 15 días; para períodos de sumersión de 3 días, los daños fueron

del 10% al 20%; no se especifica la edad del maíz cuando ocurrió la inundación.

Rojas E. (1980) citando datos de varios autores (Salamín, 1961; Howell y Hiler, 1974) señala pérdidas de producción para el maíz del 30% y del 50% para 2 y 5 días de inundación respectivamente; pérdidas del 20% y 25% para patas inundadas por 7 y 11 días; pérdidas de producción en papa, del 70% y 100% cuando los períodos de inmersión fueron de 7 y 11 días respectivamente.

#### Elementos del diseño de redes colectoras de drenaje

En concepto de Rojas (1976), cuando se trata el problema del drenaje superficial, se deben distinguir dos tipos de diseño: el primero corresponde a la capacidad de las tierras para permitir el flujo de agua hacia los colectores y generalmente este problema se resuelve mediante la modificación de la topografía del terreno para facilitar la evacuación de las aguas; el segundo tipo de diseño corresponde al cálculo de la red colectora.

El diseño de obras de drenaje, se basa en la determinación de la altura de lámina de agua de exceso a evacuar, que se supone distribuida en modo uniforme en el sector estudiado. Dado que los daños a los cultivos por efecto de la inundación dependen principalmente de la duración de la sumersión, es necesario definir la lámina crítica que se debe drenar en un período máximo de tiempo (Alran, 1974).

Para el diseño de redes colectoras de drenaje superficial, solo se considera el exceso de agua en la superficie del suelo. El flujo subsuperficial y subterráneo no se tiene en cuenta, dado que el tiempo de retardo es muy largo y por lo tanto no es de gran influencia en el dimensionamiento de la Red. Teniendo en cuenta lo anterior, en el sistema hidrológico del drenaje superfi-

cial solo intervienen la precipitación que actúa como única entrada al complejo suelo-cubierta y la infiltración, la evapotranspiración y la escorrentía que a su vez representan las salidas del sistema hidrológico (Rojas, 1976). Según el mismo autor, en el drenaje superficial a nivel parcelario, lo importante es evacuar el exceso de agua en un tiempo razonable de acuerdo a la sensibilidad del cultivo, por lo cual interesa conocer la escorrentía total. Así, parte de la cuenca puede estar inundada durante algún tiempo.

Uno de los factores más importantes en el Sistema Hidrológico del Drenaje Superficial, es la infiltración. Dichos parámetros pueden calcularse por medio de relaciones conocidas como la ecuación de Kostiakov, el método de Phillip o por la ecuación de Horton, que puede ser desarrollada en base a información de simuladores de lluvia o análisis de hidrogramas (Rojas, 1979); Rojas (1976) y Horton (1939) presentan una forma de análisis de simuladores de lluvia.

Los valores de evapotranspiración pueden ser obtenidos a partir de 11-simetros o de ecuaciones basadas en el análisis del balance energético o en los datos climáticos; la evapotranspiración también puede ser estimada a partir de los datos de evaporación de la tina. Norero (1976) presenta un método para estimar la evapotranspiración, a partir de aspectos agrofísicos. Grassi (1966) presenta extensamente diferentes procedimientos para el cálculo de la evapotranspiración.

Dos aspectos importantes son considerados en la obtención de la lluvia de diseño: el período de retorno o frecuencia de la misma y la duración. Usualmente, se selecciona una frecuencia de 5 o 10 años para diseños de drenaje superficial.

La duración de la lluvia se escoge de acuerdo a la susceptibilidad del cultivo a la inundación y se denomina tiempo de drenaje, el cual puede definirse como el tiempo en horas que un cultivo puede soportar bajo condiciones de inundación sin disminuir significativamente sus rendimientos (Rojas, 1976). Para nuestro medio no se tiene información disponible, pero en general se adopta el siguiente criterio:

Hortalizas y cultivos delicados: 6-8 horas

Cultivos anuales : 12-24 "

Pastos : 48-72 "

Debe destacarse que el conocimiento del tiempo de drenaje ( $td$ ) es determinante en el diseño de colectores de drenaje. El llamado coeficiente de drenaje ( $Cd$ ) es función de la escorrentía ( $E$ ) y del tiempo de drenaje ( $td$ ). El coeficiente de drenaje ( $Cd$ ) puede definirse como el exceso de agua que debe ser removido por unidad de tiempo. La ecuación (1) presenta la relación entre  $Cd$  y  $td$ .

$$Cd = \frac{E}{td} \quad (2.1)$$

Si se considera el tiempo de drenaje ( $td$ ) en horas, para expresar el coeficiente de drenaje como lámina por 24 horas, se tiene:

$$Cd = \frac{E \times 24}{td} \quad (2.2)$$

en donde;

$Cd$  = Coeficiente de escorrentía ( $L/T$ )

$E$  = Escorrentía total ( $L$ )

$td$  = Tiempo de drenaje ( $T$ )

Es norma generalizada la de expresar el coeficiente de drenaje como un gasto por unidad de tiempo y área, en cuyo caso Cd puede expresarse como:

$$Cd = \frac{KE}{td} \quad (2.3)$$

En donde K dependerá de las unidades de E y td.

En el caso de que el área a drenar sea pequeña, el caudal de diseño del colector para drenar esa superficie, se calcularía multiplicando el coeficiente de drenaje Cd, obtenido por la ecuación (3) y el área a drenar. Así, se obtienen las siguientes expresiones:

$$Q = Cd A \quad (2.4)$$

$$Q = \frac{KEA}{td} \quad (2.5)$$

en donde;

$Q$  = Caudal de diseño ( $L^3/T$ )

$Cd$  = Coeficiente de drenaje ( $L^3/T/L^2$ )

$td$  = Tiempo de drenaje (T)

$A$  = Área ( $L^2$ )

$E$  = Escorrentía (L)

$K$  = Factor de conversión de unidades

Algunos autores (Vaigneur y Johnson, 1966) han propuesto el diseño del drenaje, basado en un balance hídrico. En el diseño de sistemas de drenaje superficial, puede aplicarse el método del balance hídrico para el cálculo de los excesos de agua, representados en la escorrentía. Rojas (1976) presenta la siguiente ecuación:

$$E = P - I - E_t \quad (2.6)$$

en donde;

$E$  = Escorrentía total

$P$  = Lluvia de diseño para una duración igual al tiempo de drenaje

$I$  = Infiltración total durante el tiempo de drenaje (td)

$E_t$  = Evapotranspiración

De León (1976), reseña que para el sistema de riego Río Boconó, el CIDIAT-ULA (1971), aplicó un balance hídrico diario en donde las variables eran: la precipitación, la evaporación y la capacidad de retención del suelo y se hacía la consideración extrema de que toda la lámina a drenar era superficial, consideración esta que daba gran seguridad.

Airan (1974) expresa que la lámina a drenar superficialmente puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$R = R_1 + R_2 = P - I - (E + F) \quad (2.7)$$

en donde;

$R_1$  = Lámina de agua retenida o estancada

$R_2$  = Lámina de escurrimiento

$P$  = Precipitación de diseño en función del tiempo de drenaje

$I$  = Lámina infiltrada en el suelo

$E$  = Evaporación

$F$  = Lámina de lluvia interceptada por el follaje

Existen además otros métodos para la estimación de la escorrentía, como el presentado por el servicio de conservación de suelos.

## CAPITULO III

### PROCEDIMIENTO

#### Metodología Utilizada

El presente experimento se realizó con el objeto de cuantificar los daños en la producción de Maíz y Pasto Brachiaria, originados por problemas de mal drenaje superficial. En los Llanos Occidentales de Venezuela suelen ocurrir anegamientos durante la época de lluvias, ocasionando una disminución en los rendimientos de maíz y otros cultivos; sin embargo, es difícil realizar durante la temporada de invierno, una evaluación sistematizada de los daños provocados por las inundaciones con relación al tiempo de anegamiento y el período en el cual se ven afectados los cultivos. El experimento se planteó en la época seca, simulando las condiciones de mal drenaje, con el fin de tener un control sobre las siguientes variables:

- Duración de la inundación
- Períodos críticos de los cultivos en relación a los excesos de humedad
- Influencia del anegamiento sobre el complejo suelo-cultivo

Para simular las condiciones de anegamiento, los cultivos se instalaron en mallas experimentales, provocando sobre ellas la inundación, mediante una lámina constante de agua aproximadamente 12 cm y por diferentes lapsos de tiempo.

### Descripción del Área

#### Ubicación de los Experimentos

Los ensayos se instalaron en la Parcela Experimental del Sistema de Riego Río Santo Domingo, ubicada al SE de la ciudad de Barinas, en el Km 10 de la vía a Torunos Estado Barinas, Región de los Llanos Altos Occidentales de Venezuela. La localidad tiene una altura promedio de 170 m.s.n.m y su clasificación ecológica corresponde a bosque seco tropical (Ewel, 1968). Dentro de la parcela los experimentos se ubicaron en tres áreas diferentes, atendiendo la zonificación de suelos y la disponibilidad de terreno. Se contó con los servicios permanentes de agua para riego, provenientes del sistema de riego, pues la parcela experimental cuenta con la infraestructura necesaria para la práctica del riego por gravedad.

#### Clima

##### Características pluviométricas

Según los registros del período 1952-1979 de la Estación Punta Gorda-La Cardenera, ubicada 1 km al Norte de la Parcela Experimental, la precipitación promedio anual de la zona es de 1404 mm, de los cuales, 1253 mm, se distribuyen de Abril a Noviembre, determinando así la llamada estación de invierno o época de lluvias. La precipitación de los 4 meses restantes, Diciembre a Marzo, determinan la estación seca o de verano. El año más húmedo registrado corresponde al año 1954 con una precipitación de 2067 mm y el año más seco registra una precipitación de 922 mm ocurridos durante 1971.

Predominan las lluvias diarias fuertes, en forma de violentos aguaceros.

viva, favorece el escurrimiento superficial y la coluvión, en detrimento de la infiltración y la formación de una costra superficial que favorece el escurrimiento difuso (EDES, 1969). La presencia de lluvias con alta intensidad horaria conjuntamente con la topografía y suelos con baja capacidad de infiltración, dan origen a frecuentes inundaciones. La Figura 3.1. presenta la distribución anual de la precipitación y la evaporación.

#### Temperatura, Evaporación y Humedad Relativa

El régimen de temperaturas medias mensuales, no registra mayores variaciones en la zona tropical. La temperatura media mensual es de 25,5°C. La temperatura máxima media es de 28°C y la mínima media de 20°C.

La evaporación media anual es de 2069 mm; en general, la evaporación es alta durante todo el año; sin embargo, cabe destacar que la evaporación total durante los meses de la estación seca, es mayor a la evaporación en la estación de lluvias. El promedio mensual de Diciembre a Marzo es de 203 mm, en tanto que el promedio mensual entre Abril y Noviembre es de 157 mm. De Mayo a Octubre, la precipitación mensual es normalmente superior a la evaporación mensual para el mismo lapso. La humedad relativa media anual es de 82%.

#### Suelos

En la zona de influencia del Río Santo Domingo en los Llanos Altos Occidentales, se encuentran clasificadas cinco series de suelos, subdivididas en tipos y fases; las series clasificadas reciben los nombres de Barinas, Gásperei, Candelaria, Torunos y Jaboncillo y cubren conjuntamente una extensión de 17640 Ha. La serie Jaboncillo se distribuye en más de 1/3 del área mapeada.

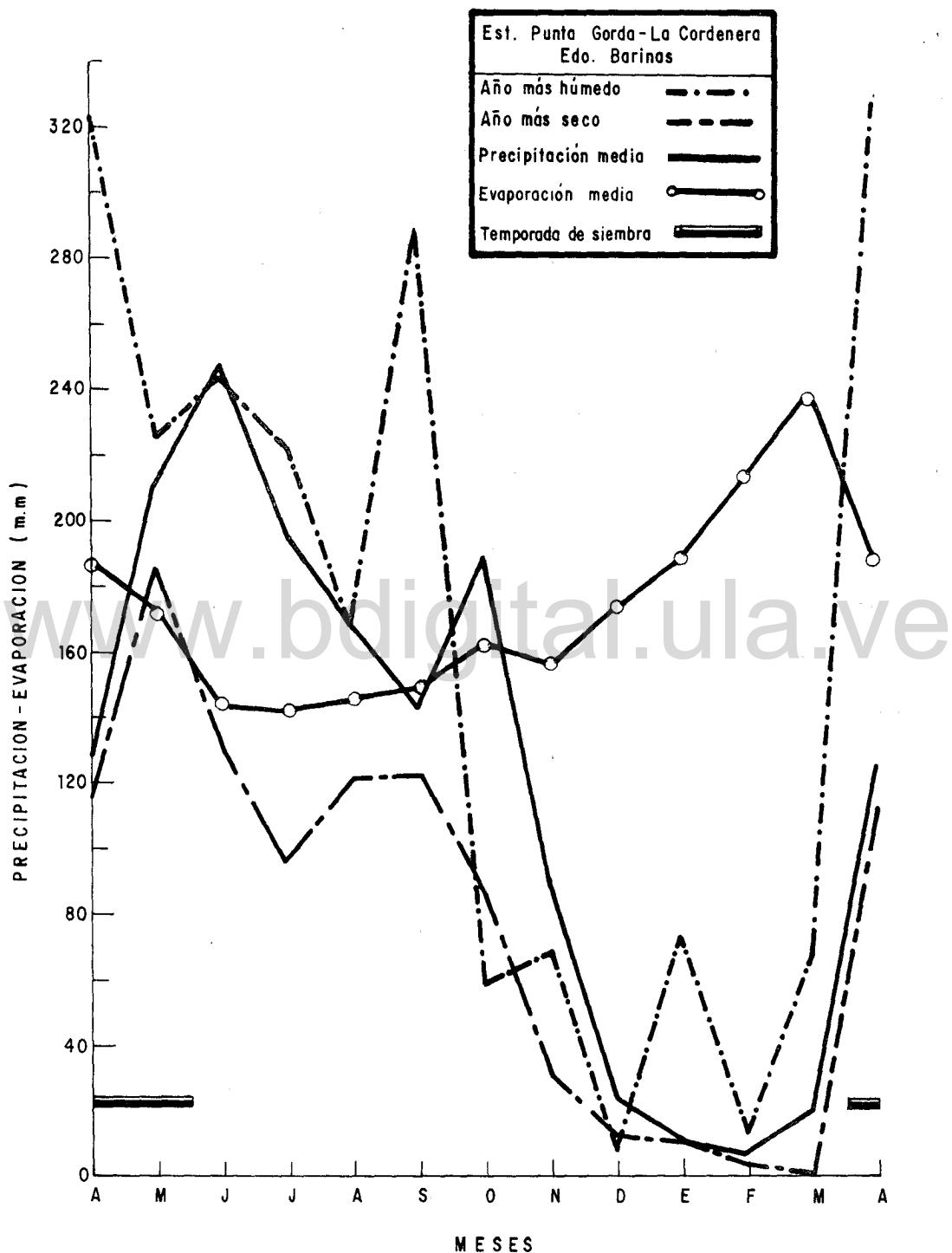


Figura. 3.1 .- Valores de precipitación y evaporación de la Estación Punta Gorda-La Cordonera (Edo. Barinas )

La serie Barinas comprende suelos de textura franco-arenoso a franco-arcillo-arenosa; las series Gásperi y Torunos comprende suelos de textura franco a franco-arilloso-limoso y la serie Jaboncillo suelos de textura franco a arcilloso.

Uno de los rasgos principales de la zona está en que las distintas series aparecen sumamente entremezcladas.

#### Descripción de los experimentos

##### Cultivos

Los cultivos seleccionados fueron el Maíz y el Pasto Brachiaria, en razón de su importancia económica a nivel regional y nacional.

##### Pasto Brachiaria (*Brachiaria plantaginea*)

Ramia (1974) describe al pasto brachiaria de la siguiente manera: "culos erectos o extendidos, decumbentes, con raíces en los nudos inferiores, comprimidos, glabros, 230 a 50 cm de alto; vainas comprimidas, quilladas, glabras, papilosas con las márgenes ciliadas y el cuello piloso; lígula minuta, densamente ciliada; láminas planas, laxas, redondeadas en la base, largas hasta de 20 cm y anchas hasta 17 mm, parcialmente pilosas en ambas caras y escabras en las márgenes; inflorescencia formada generalmente por 3 o 6 racimos distante, ascendentes o extendidos, de 3-8 cm de largo, el raquis 1-15 cm de ancho; primera gluma más corta que la mitad de la espigilla, redondeada, con varios nervios; segunda gluma y lemma estéril iguales, agudas, las largas que el fruto; flósculo perfecto papiloso-rugoso, 3-5 mm"

El pasto Brachiaria crece en bancos, bajos y esteros. Se usa como fo

rraje verde y heno, siendo muy apetecido por el ganado. Poco exigente en cuanto a la calidad de terreno, es de un rápido y vigoroso desarrollo. Produce un forraje tierno y surculento.

En el área de Barinas, su propagación es cada día mayor, debido a la preferencia de los agricultores se usa tanto para pastoreo como para corte.

#### Maíz (*Zea mays*, L)

Se utilizó para el experimento el híbrido Baraure, atendiendo la recomendación de los técnicos de FOREMAIZ. La Figura D.1. presenta el patrón de crecimiento y profundidad radicular del híbrido Baraure, elaboradas por FOREMAIZ.

### Suelos y Parámetros Edafotécnicos

#### Selección de Suelos

Con el fin de determinar si existían diferencias significativas en la tolerancia de los cultivos a la inundación por efecto de las características fisiográficas de los suelos, los experimentos tanto de Maíz como de pasto Brachiaria se replicaron en dos tipos de suelos contrastantes entre sí. De esta manera, se seleccionaron suelos típicos de Banco y de Bajío.

#### Características de los Suelos

En el área ocupada por cada uno de los ensayos, se realizó un estudio de las características de los suelos mediante un reconocimiento de campo, descripción del perfil a partir de calicatas, análisis de laboratorio y pruebas *in situ* para determinar las ecuaciones de infiltración y los valores de densidad aparente.

Suelo I. Ensayo en Maíz. Las principales características de este suelo pueden resumirse como sigue:

- Geomorfología. Paisaje aluvial, plana, alta, con desnivelación cercana a un metro y dominando la planicie aluvial baja.
- Forma Fisiográfica. Acumulación aluvial, banco intermedio, plano convexo y menos del 1% de pendiente.
- Materiales de Origen. Sedimentos aluviales gruesos, medios y finos
- Taxonomía. Tropacualf aérico
- Drenaje. Externo: lento, Interno: lento a muy lento. Natural: pobemente drenado.
- Nivel Freático: de 2,15 a 2,40 m, en el final de la época seca
- Profundidad Efectiva Radicular: 100-120 cm en la época seca y 30-40 cm en la época húmeda. Principal limitante: hidromorfismo superficial y de profundidad.
- Perfil del Suelo: La descripción detallada del perfil, se presenta en el Apéndice C, Suelo I.
- Densidad Aparente. Los valores obtenidos fueron de  $1.31 \text{ g/cm}^3$  para el horizonte comprendido entre 0 a 25 cm,  $1.47 \text{ g/cm}^3$  para el horizonte de 25-38 cm y  $1.61 \text{ g/cm}^3$  para el horizonte de 38-49 cm.
- Densidad Real. El valor encontrado fue de  $2.65 \text{ g/cm}^3$

Suelo II. Ensayo de Pasto Brachiaria. Las principales características de este suelo se describen a continuación:

- Geomorfología

Paisaje: Llanura aluvial antigua del Río Santo Domingo

Subpaisaje: Banco

- Materiales de Origen: Sedimentos aluviales medios
- Taxonomía: Pelustert óxico
- Drenaje: interno: lento; externo: medio; natural: imperfectamente drenado

- Nivel freático: no se observó en la época de descripción
- Profundidad efectiva radicular: 104 cm
- Perfil del Suelo: la descripción detallada del perfil se presenta en el Apéndice C, Suelo II.

Suelo III. Ensayos de Maíz y Pasto Brachiaria. Sus principales características son:

- Geomorfología

Paisaje: Planicie aluvial, plana, con desnivelación cercana a un metro y dominada por otras planicies.

Forma Fisiográfica: Acumulación aluvial, bajío, plano-cóncavo y menos del 1% de pendiente.

- Materiales de Origen: Sedimentos aluviales, finos y posible influencia eólica de materiales medios y finos en los primeros centímetros superficiales. A más de 180 cm se presentan sedimentos aluviales gruesos.

- Taxonomía: Pelustert, arcilloso muy fino

- Drenaje: Externo: lento a muy lento; Interno: lento. Natural: pobremente drenado a muy pobrmente drenado

- Nivel Freático: 180 cm en el final de la época seca.

- Profundidad Efectiva Radicular: 40 cm en época de lluvias; en época seca las raíces pueden profundizar más; no obstante, el ciclo del cultivo

debe ser corto para que las raíces no queden sometidas a los fenómenos de expansión-contracción e hidromorfismo.

- Perfil del Suelo: una información detallada, se presenta en el Apéndice C, Suelo III.

- Densidad Aparente y Densidad Real: los valores encontrados de densidad aparente: fueron  $1,32 \text{ g/cm}^3$  y  $1,48 \text{ g/m}^3$  para los horizontes comprendidos entre 0-25 cm y 25-70 cm, respectivamente.

Para los tres suelos descritos, se practican pruebas de infiltración; la Tabla 3.1, presenta las ecuaciones obtenidas y en las Figuras C.4 a C.6 del Apéndice C, se representan las características de infiltración para los diferentes suelos estudiados.

Tabla 3.1. Ecuaciones de Infiltración

Suelo	Cultivo	Infiltración Acumulada <sup>1</sup>	Velocidad de Infiltración <sup>2</sup>	Infiltración Promedio <sup>3</sup>
Banco	Maíz	$I_{cum} = 0.45t^{0.51}$	$I = 13.77t^{-0.49}$	$I_p = 27t^{-0.49}$
Banco	Pasto	$I_{cum} = 1.04t^{0.47}$	$I = 29.32t^{-0.53}$	$I_p = 62.4t^{-0.53}$
Bajío	Maíz y Pasto	$I_{cum} = 0.205t^{0.40}$	$I = 4.92t^{-0.60}$	$I_p = 12.3t^{-0.60}$

<sup>1</sup>  $I_{cum}$  en cm y  $t$  en minutos

<sup>2</sup>  $I$  en  $\text{cm h}^{-1}$  y  $t$  en minutos

<sup>3</sup>  $I_p$  en  $\text{cm h}^{-1}$  y  $t$  en minutos

Las características de retención de humedad del suelo, fueron obtenidas por métodos convencionales en el laboratorio de suelos; las Figuras C.1 a C.3 presentan las curvas de retención de humedad de los suelos descritos.

### Tratamientos en el Ensayo de Maíz

Para seleccionar los tratamientos se tuvieron en cuenta dos factores principales: la época de inundación según el desarrollo vegetativo del cultivo y el tiempo de inundación.

#### Epoca de Inundación

Teniendo en cuenta el criterio de Miller et. al. (1971) sobre épocas críticas del maíz en la disponibilidad de humedad en el suelo, los tratamientos de inundación se realizaron a los 26 y a los 60 días después de la siembra. La primera época corresponde al período de crecimiento y la segunda a la etapa de polinización y fertilización del óvulo. Las épocas de inundación fueron excluyentes, es decir, que ninguna parcela recibió más de un tratamiento de inundación.

#### Tiempo de Inundación

Con el objeto de obtener diferentes niveles de daño en el cultivo, por efecto de la inundación, se llevaron a cabo, inundaciones de 12, 24, 48 y 72 horas durante el período de crecimiento y de 24, 48, 72 y 100 horas durante la etapa de polinización.

### Tratamientos en el Ensayo de Pasto Brachiaria

Teniendo en cuenta el tiempo necesario que requiere el pasto para su implementación, el primer corte se realizó a los 90 días después de la siembra; una vez hecho el primer corte, el manejo del pasto exige cortes sucesivos cada 45 días; en base a lo anterior, los tratamientos de inundación se iniciaron 15 días después del primer corte cuando las plantas habían alcanzado una altura

promedio de 15 cms. Se seleccionaron para los diferentes tratamientos tiempos de inundación de 2,4,8 y 12 días, durante los cuales se aplicó una lámina constante de agua de 12 cm.

La Tabla 3.2. resume los diferentes tratamientos llevados a cabo. En todos los ensayos se contó con un testigo, el cual no sufrió inundación.

#### Diseño Experimental

Teniendo en cuenta que los ensayos solo tuvieron como variable el tiempo de inundación, se seleccionó para el diseño estadístico el método de Bloques al Azar, por considerarlo el más apropiado. Se realizaron tres repeticiones para cada ensayo, lo cual dió un total de 27 parcelas para el ensayo de maíz y 15 parcelas para el ensayo de pasto. Teniendo en cuenta la replicación en las dos series de suelos, el número total de parcelas en los 4 ensayos, fué de 84. La Figura 3.2. presenta el diseño tipo que se conformó en el terreno.

A fin de evitar influencias de flujo lateral de agua, se dejó un espacio libre de 2,5 m, entre parcelas. Otras características del diseño físico de las parcelas experimentales fueron:

- ancho de bordas: 1 m
- altura de bordas: 0,50 m
- área útil de la melga: 36 m<sup>2</sup>

La Tabla 3.3. presenta la distribución de tratamientos por bloques o repeticiones, una vez hecho el sorteo correspondiente.

**Tabla 3.2 Tratamientos de Inundación**

Ensayo en Maíz Inundación a los 26 días		
Tratamiento	Símbolo	Tiempo de Inundación
0	T0	Testigo
1	T1	12 horas
2	T2	24 horas
3	T3	48 horas
4	T4	72 horas

Inundación a los 60 días		
Tratamiento	Símbolo	Tiempo de Inundación
5	T5	24 horas
6	T6	48 horas
7	T7	72 horas
8	T8	100 horas

**Ensayo en Pasto Brachiaria**

Tratamiento	Símbolo	Tiempo de Inundación
0	PT0	Testigo
1	PT1	2 días
2	PT2	4 días
3	PT3	8 días
4	PT4	12 días

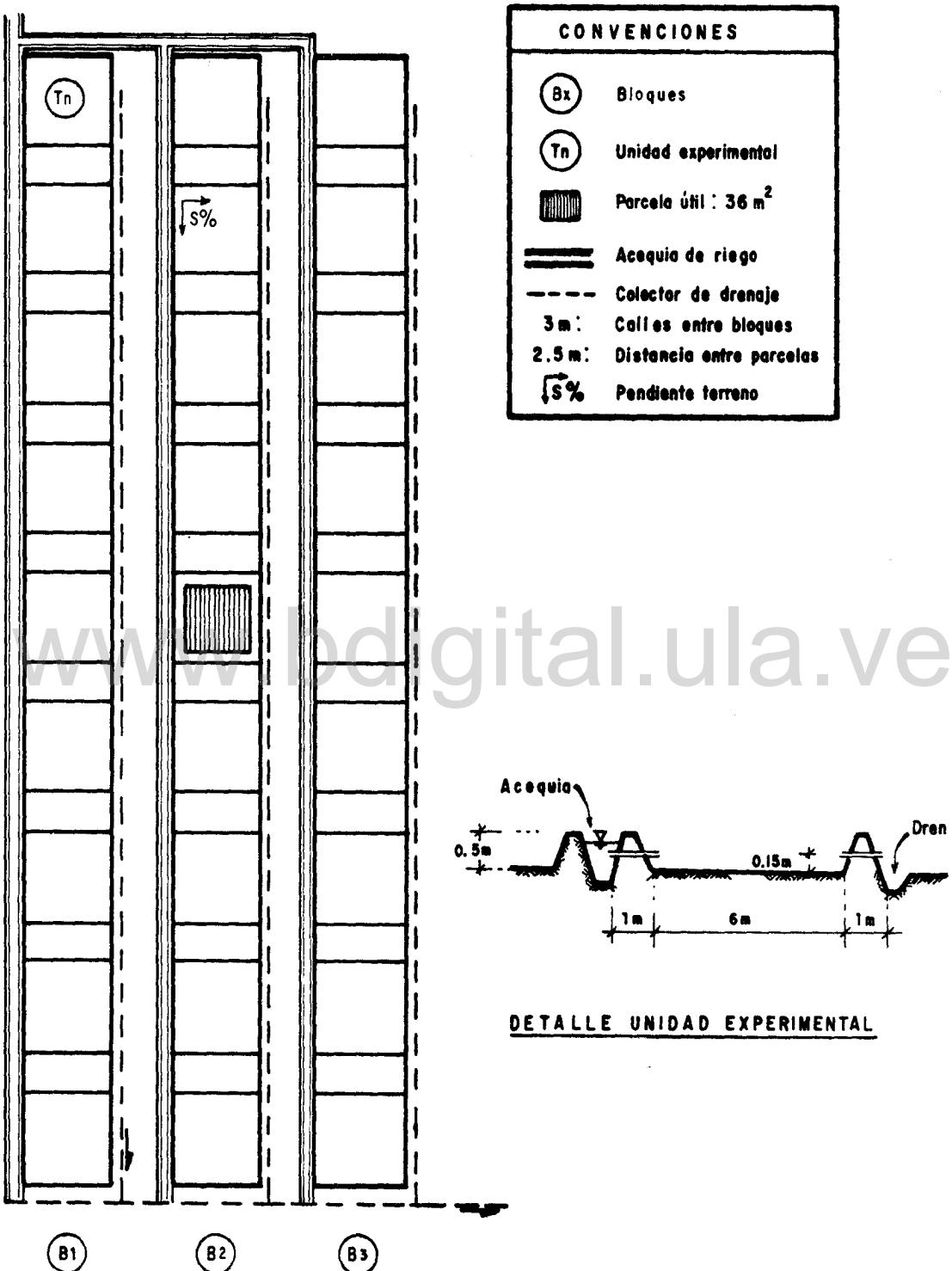


Figura 3.2.- Diseño típico de las parcelas experimentales en bloques al azar con 9 tratamientos de inundación y 3 repeticiones.

Tabla 3.3 Distribución de los Tratamientos de Inundación, en Bloques al Azar con 3 Repeticiones.

Ensayo en Maíz Inundación a los 26 días										
Bloque Uno (B1)	T4	T1	T0	T7	T3	T5	T2	T6	T8	
Bloque Dos (B2)	T1	T0	T8	T5	T4	T7	T3	T6	T2	
Bloque Tres (B3)	T3	T2	T8	T1	T6	T0	T7	T4	T5	

Ensayo en Maíz - Suelo de bajío										
Bloque Uno (B1)	T1	T5	T3	T0	T6	T7	T8	T4	T2	
Bloque Dos (B2)	T5	T3	T8	T4	T7	T2	T0	T1	T6	
Bloque Tres (B3)	T6	T4	T5	T1	T8	T7	T2	T3	T0	

Ensayo en Pasto Brachiaria- Suelo de Banco					
Bloque Uno (B1)	PT0	PT3	PT1	PT4	PT2
Bloque Dos (B2)	PT2	PT4	PT3	PT1	PT0
Bloque Tres (B3)	PT1	PT4	PT2	PT3	PT0

Ensayo en Pasto Brachiaria-Suelo de Bajío					
Bloque Uno (B1)	PT3	PT1	PT2	PT4	PT0
Bloque Dos (B2)	PT1	PT4	PT0	PT3	PT2
Bloque Tres (B3)	PT4	PT2	PT1	PT0	PT3

### Conducción de los Cultivos

#### Cultivo de Maíz

Se describen a continuación las labores culturales realizadas en la conducción de los experimentos:

- Preparación del suelo: la preparación para la siembra se hizo mediante seis pasas de rastra de disco. Las labores de preparación incluyeron un ligero emparejamiento del terreno, mediante el uso de una motoniveladora; una vez conformadas las melgas, el emparejamiento del terreno fué complementado manualmente.

- Siembra: se hizo manualmente en plano, a una distancia de 90 cm entre hileras y 16 cm entre plantas. En cada parcela, se sembraron 6 hileras. En cada hueco se depositaron 2 semillas del híbrido Baraure y 20 días después de la siembra, se realizó el raleo, para obtener una planta por sitio. En el bloque 3 del Ensayo de Maíz en suelo de Bajío, no se sembraron los tratamientos correspondientes a 12 y 24 horas de inundación a los 26 días y de 24 horas de inundación a los 60 días debido a falta de semilla, los cuales se dejaron como parcelas perdidas.

- Fertilización: se realizó en forma simultánea con la siembra: se aplicó el fertilizante en bandas, a razón de 300 Kg/Ha de fórmula completa 15-15-15. A los 18 días después de la siembra, se aplicó urea a razón de 250 Kg/Ha.

- Control de Malezas: a los 4 días después de la siembra se aplicó una mezcla de los herbicidas Prowl y Gexaprin a razón de 3 lt/Ha y 1,5 Kg/Ha respectivamente, disueltos en 400 litros de agua; en las aplicaciones de her-

bicida se utilizó asperjadora de espalda. En las parcelas afectadas por inundaciones de 48 y 72 horas durante la etapa de crecimiento, fue necesario realizar posteriormente un control manual ante el surgimiento de malezas después del tratamiento de inundación.

- Control de Plagas: se hizo necesario aplicar varias veces insecticida para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). La primera aplicación se realizó 15 días después de la siembra, cuando el grado de infestación en el cultivo era del 50%; se aplicó Diptex a razón de 1,4 Kg/Ha en 400 litros de agua, con asperjadora de espalda, repitiéndose la aplicación 7 días después. A los 31 y 40 días después de siembra, se realizaron nuevas aplicaciones con el insecticida Lorsban-4E a razón de 1 lt/Ha en 200 litros de agua.

- Riego: se aplicó el sistema de inundación de las melgas; la frecuencia de riego, controlada por el uso de tensímetros instalados a diferentes profundidades, fue de 7 días en el suelo de Banco y de 9 días en el suelo de Bajío. La época de lluvias comenzó cuando el maíz tenía 68 días, por lo cual se suspendió el riego. En total se aplicaron 9 riegos en el ensayo ubicado en suelo de Banco y 7 en el ensayo en suelo de Bajío.

- Pájaros: a los 87 días se produjo un ataque de pericos, lo cual obligó a doblar el maíz a los 90 días.

- Cosecha: se cosecharon manualmente las dos hileras centrales: el Maíz se desgranó y fue sometido a un análisis de humedad en el Laboratorio Arbitral de Granos del M.A.C., en Barinas.

### Cultivo del pasto Brachiaria

La preparación del suelo y fertilización fueron iguales que para el maíz. A los 30 días se reabonó con Urea a razón de 150 Kg/Ha. Luego del primer corte, se reabonó, aplicando 90 Kg de Urea por hectárea.

- Siembra: el pasto se sembró por medio de propagación vegetativa. En el suelo de Banco, sobre el conchón de pasto-semilla se hizo una pase de rastre para enterrarlo al suelo y se aplicó luego un riego pesado. En el pasto ubicado en Bajío, debido a inconvenientes, la siembra se hizo por pisotero luego de un riego pesado.

- Riego: se aplicó el riego por inundación con la misma frecuencia señalada para el maíz.

- Malezas: en el Ensayo sembrado en el suelo de Bajío debido al método de siembra, hubo invasión de malezas las cuales fueron controladas manualmente

- Corte: el primer corte se realizó a los 90 días, época para la cual se estimó que el pasto tenía formado ya su sistema radicular.

### Índices de Evaluación

Para evaluar el efecto de las inundaciones, se hicieron observaciones fitotécnicas y edafológicas.

### Mediciones Fitotécnicas

Altura de plantas. Esta medición se realizó en el testigo y en las parcelas afectadas por la inundación a los 26 días. Para obtener un promedio, en cada parcela se eligieron al azar 20 plantas de las 2 hileras centrales, las cuales se marcaron, sobre las mismas plantas se efectuaron lecturas en todas

las parcelas, a los 25, 35, 40, 50, 60 y 75 días.

Área Foliar En cada bloque y en las parcelas afectadas por la inundación durante la etapa de crecimiento, se midió el área foliar de plantas, seleccionando cada vez 10 plantas al azar tomadas de las hileras contiguas a los 2 centrales; la medida se hizo en forma gravimétrica.

Número de granos por mazorca. Se hizo un muestreo para determinar si el número de granos por mazorca era afectado por la inundación y en qué magnitud.

Peso de granos. Una vez cosechado el maíz y desgranado, se procedió a pesarlo. Dicho peso fue corregido por humedad a fin de obtener el valor de peso seco de granos al 15% de humedad.

Producción de materia seca en pasto Brachiaria. Se hicieron 4 mediciones por cada tratamiento; las primeras dos mediciones se hicieron antes y después de la inundación; la tercera y cuarta mediciones se realizaron a los 23 y 41 días después del corte respectivamente. La medición consistió en cortar el pasto en un área de un metro cuadrado, repitiendo la operación dos veces. El pasto se pesaba como materia verde y se submuestreaban luego 200 gramos los cuales fueron puesto a secar durante 48 horas a una temperatura de 70°C. Con la proporción entre materia seca y materia verde de la submuestra, se determinó el valor de materia seca en gramos por metro cuadrado.

#### Mediciones Edáficas

Humedad del suelo después de la inundación. Pasado el período de inundación, se muestreó en las parcelas de los Bloques 1 de cada ensayo el

abatimiento de humedad en el suelo en función del tiempo y a diferentes profundidades. Con estas mediciones se determinó la porosidad libre de agua como índice de la aireación en el suelo.

Densidad Aparente y Densidad Real. Los valores de densidad aparente se obtuvieron a través de pruebas de campo utilizando el método del cilindro volumétrico; para obtener cada valor se tomaron 5 muestras y se promediaron los resultados. Los valores de densidad real se obtuvieron en laboratorio.

#### Procesamiento de la Información

##### Análisis Estadístico

La información obtenida en las mediciones fitotécnicas, fue sometida al análisis de varianza y cálculo de la diferencia mínima significativa, con el propósito de determinar el grado de significación de los resultados entre los tratamientos de inundación y el testigo.

La información obtenida se presenta tanto en sus valores absolutos como en términos relativos: Índice de área foliar, altura relativa de plantas, porcentaje de pérdidas en producción.

Los datos correspondientes a las tres parcelas no sembradas en el Bloque 3 del ensayo de maíz en suelo de bajío, fueron estimados por correlación gráfica, en base a los resultados de las parcelas restantes del mencionado bloque. Dichos valores, fueron incluidos en el análisis estadístico, restringiendo por cada dato estimado, un grado de libertad para el error.

##### Análisis de los datos de precipitación mediante un programa de computación.

Para la estimación del Tiempo de Drenaje, se estimó conveniente auxi-

liar la información obtenida de daños a los cultivos, con un análisis de precipitación de la Estación Barinas - Socony que permitiera diagnosticar la ocurrencia de inundaciones y su posible frecuencia, para las condiciones de suelo estudiados y épocas de siembra normales para la región.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se realizó un Balance Hidrológico diario entre los meses de Abril, que marca el inicio de las lluvias y Agosto, época para la cual se estaría cosechando el maíz sembrado tardíamente. El Balance se repitió para el año más húmedo y para el año más seco del registro 1963-1973, así como para las condiciones del suelo de banco y del suelo de bajío.

Para el Balance Hidrológico se asumen las siguientes consideraciones:

- No existen aportes laterales de agua al sistema
- La precipitación se distribuye uniformemente durante 24 horas
- El suelo almacena agua según su capacidad de infiltración básica
- No se tiene en cuenta la pendiente de los suelos
- El cultivo evapotranspira sin restricciones
- Según la descripción de calicatas, la profundidad radicular efectiva en la época de lluvias es de 40 cm para los dos suelos, existiendo una barrera prácticamente impermeable a dicha profundidad en el suelo de bajío, que no permite la percolación de excedentes.
- El Balance Hidrológico responde al esquema presentado en la Figura 3.3 (Rojas, 1976), por lo cual el balance puede expresarse por la relación.

$$Exc = P - I - E_t \quad (3.1)$$

en donde;

$Exc$  = Exceso de agua, mm

$P$  = Precipitación diaria, mm

$I$  = Infiltración diaria, mm

$E_t$  = Evapotranspiración máxima diaria del cultivo, mm

Considerando la posición fisiográfica, se observa que el suelo de banco funciona como una cubeta que almacena en la superficie los excesos de agua; en este caso no hay escorrentía. El suelo de banco permite escorrentía debido a su dominio sobre las planicies fisiográficamente más baja; en este caso, el exceso puede llegar a dividirse como percolación y/o escorrentía superficial, pudiendo esta última originar una lámina de inundación, si la escorrentía es muy lenta o si se interrumpe el flujo superficial de los colectores naturales. La fracción que escurre y la fracción de agua que queda sobre el terreno, no pueden calcularse a nivel de un simple balance, pues ello requiere la aplicación de un modelo más desarrollado que considere la pendiente del terreno y la velocidad del escurrimiento. Para el balance correspondiente al suelo de banco, se estima que la fracción que se percola es igual a la lámina que sobrepasa la capacidad de campo. La diferencia entre el exceso de agua y la lámina percolada, corresponde a escorrentía superficial.

Para la estimación de la evapotranspiración, se utilizó el método propuesto por Grassi y Chistiansen ( 1966 ):

$$E_t = 0,95 (Ev) (F) (CVC) (CT) \quad (3.2)$$

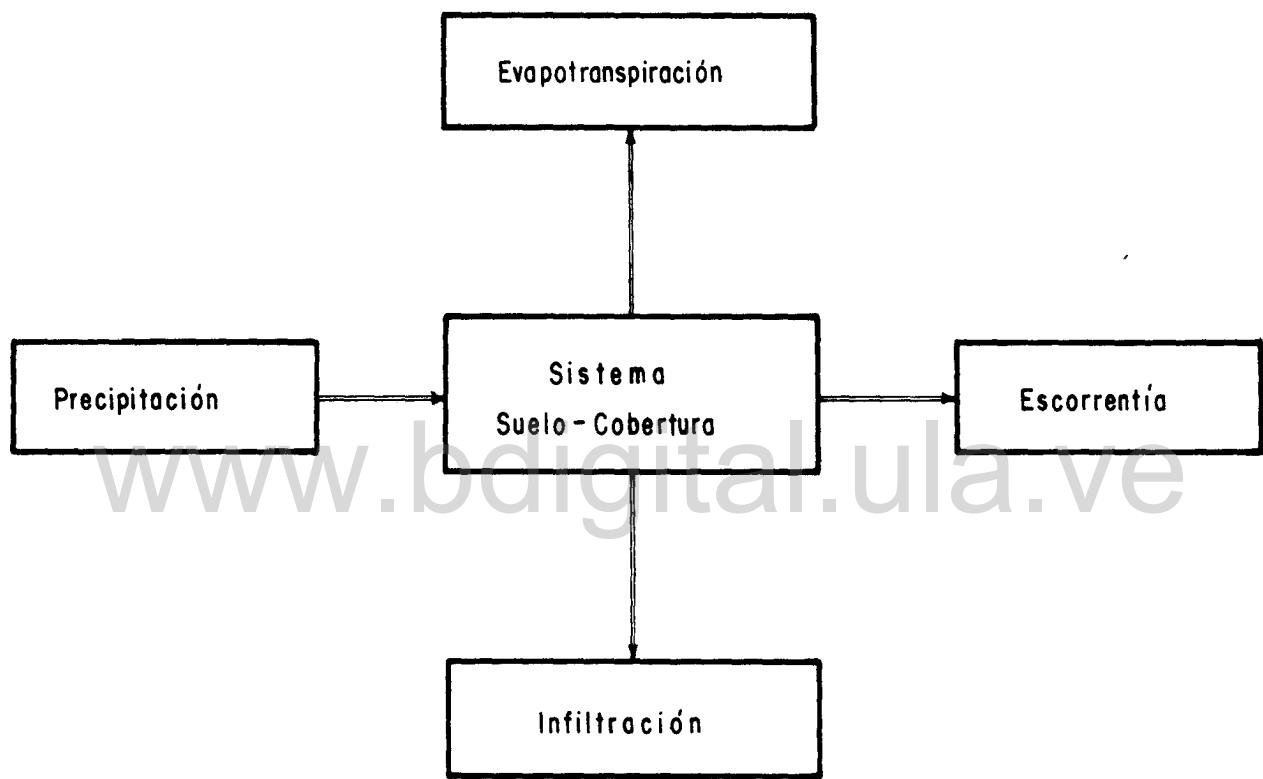


Figura 3.3 .- Sistema hidrológico del drenaje superficial.  
Rojas, 1976

$$\text{CVC} = 0,0942 + 0,02744 \text{ VC} - 0,0002120 \text{ VC}^2 \quad (3.3)$$

$$\text{CT} = 1,4 - 0,02 \text{ T} \quad (3.4)$$

en donde:

$E_t$  = Evapotranspiración del cultivo, mm

EV = Evaporación de la tina, mm

CVC = Coeficiente de crecimiento del cultivo

F = Coeficiente del cultivo

VC = Porciento del desarrollo vegetativo del cultivo

T = Temperatura °C

CT = Coeficiente de temperatura

El balance hidrológico fue llevado a lenguaje FORTRAN IV y procesado en una computadora IBM 1370. El programa se representa en el diagrama de flujo de la Figura 3.4. Los datos de entrada al programa son: precipitación, temperatura, evaporación de la tina; como datos constantes se ingresan: infiltración diaria, infiltración básica y capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.

El programa calcula: la evapotranspiración máxima posible del cultivo, el almacenamiento de agua en el suelo, la lámina de inundación y el tiempo de inundación para el suelo de bajío; en el caso del suelo de banco, el balance permite separar los excedentes en lámina percolada y lámina de escorrentía. Los resultados del balance hidrológico para los dos suelos se presentan en el Apéndice E.

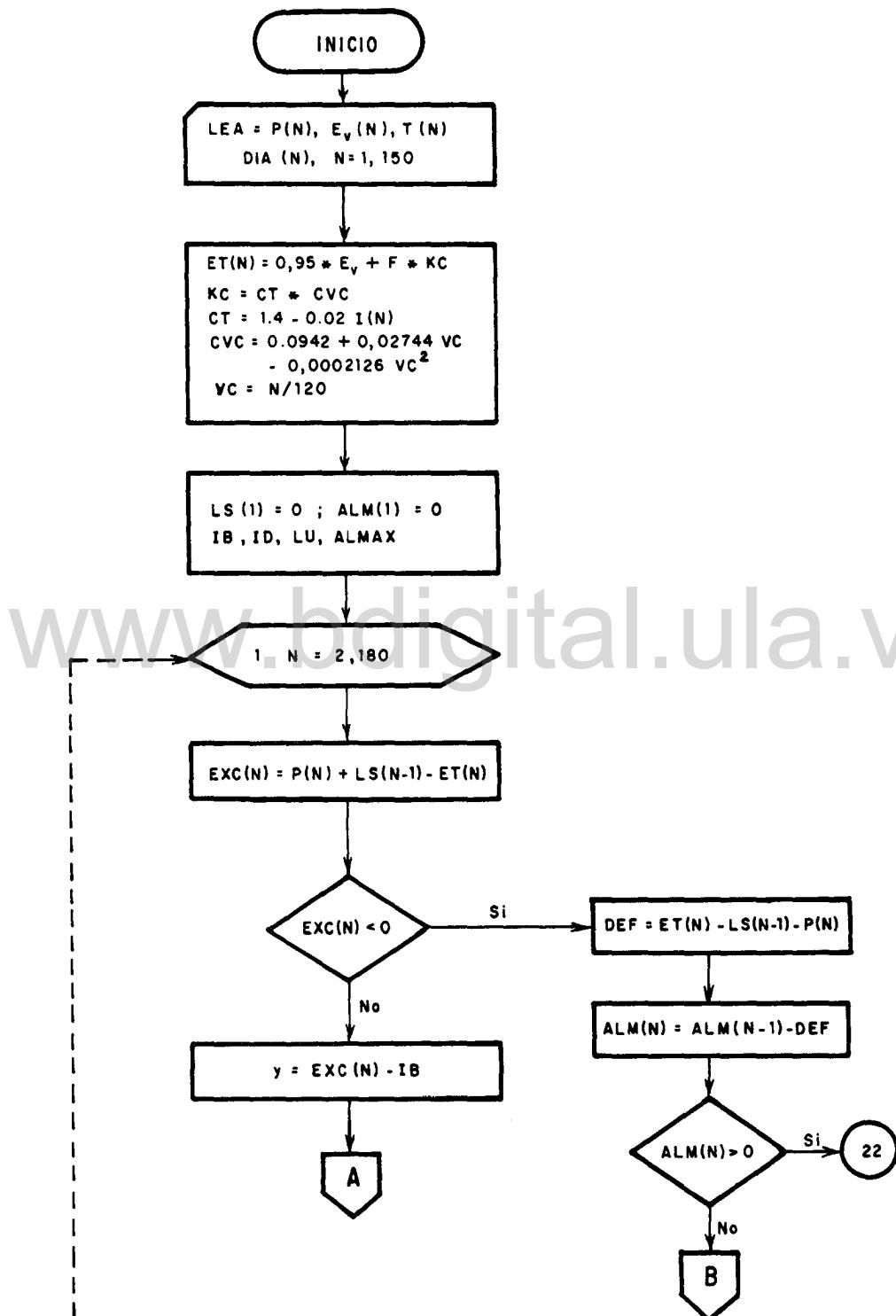


Figura 3.4

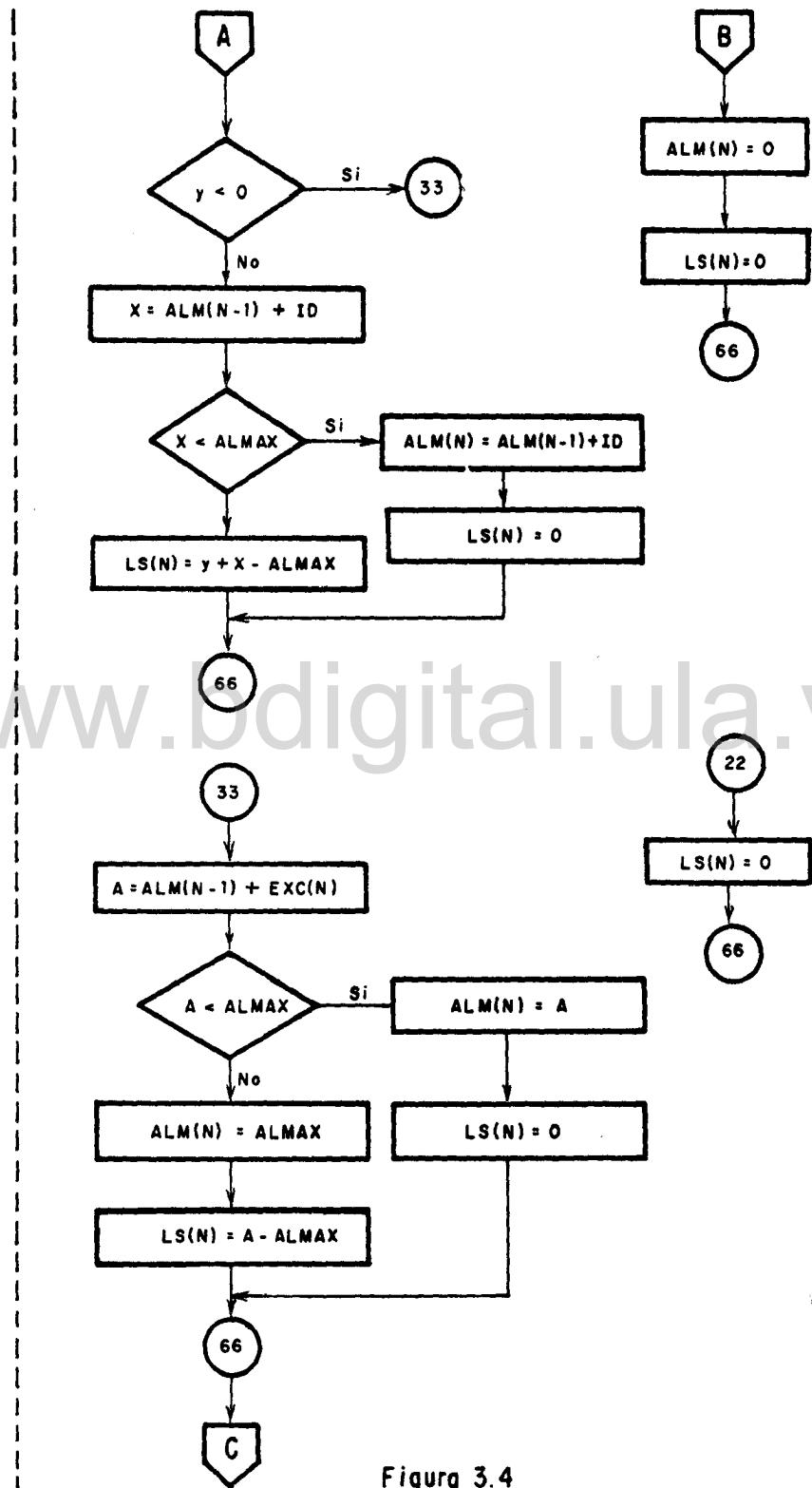


Figura 3.4

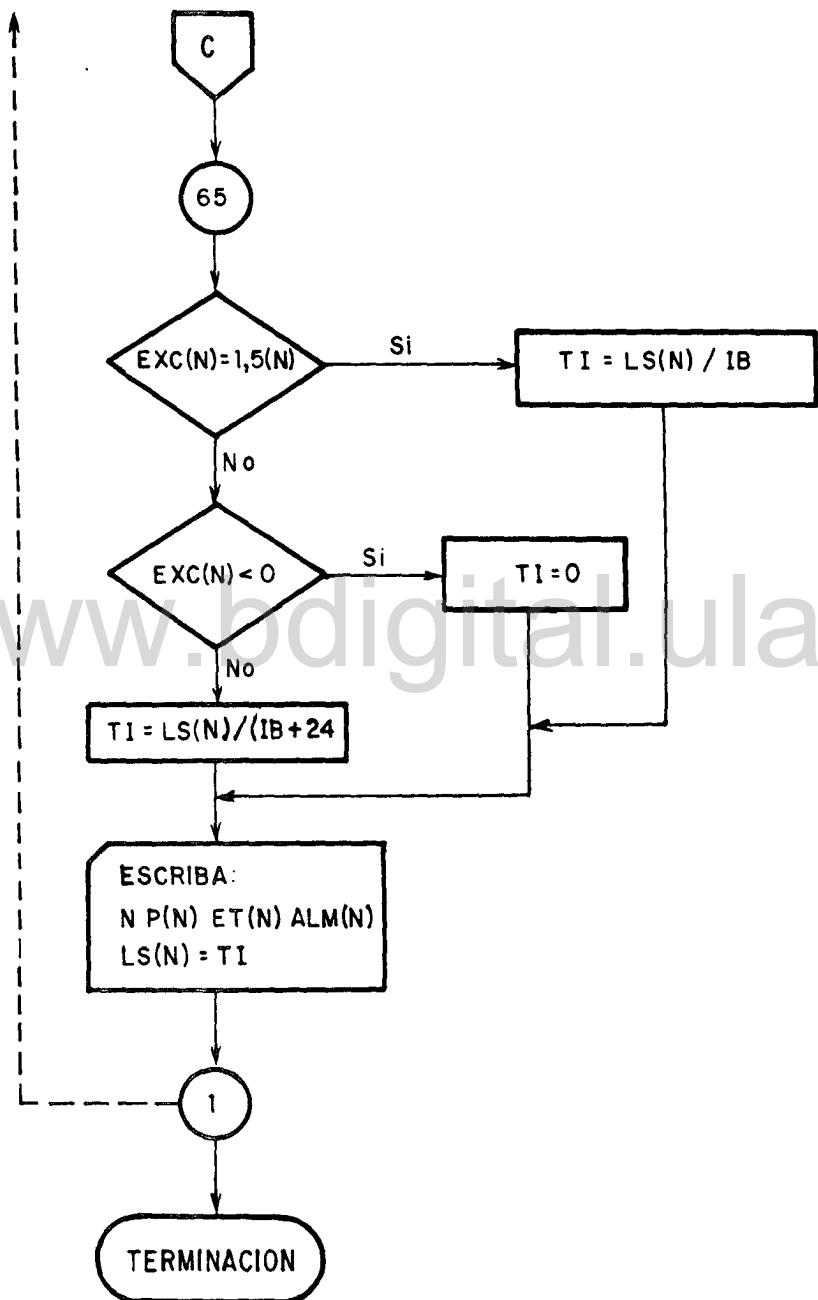


Figura 3.4.- Diagrama de Flujo del Balance Hidrológico para el Suelo de Bajío.

## CAPITULO IV

### ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en el Apéndice A relacionados de la siguiente forma:

- Altura en centímetros de las plantas de maíz para diferentes edades del cultivo en las Tablas A.1 y A.2.
- Crecimiento relativo de plantas de maíz en las Tablas A.3 y A.4.
- Índices de Área Foliar del maíz a los 40 y 60 días en las Tablas A.5 y A.6
- Producción de granos (Kg/Ha) en las Tablas A.7 y A.8
- Pérdidas de producción de maíz debidas a la inundación Tablas A.9, A.10, A.11 y A.12.
- Población de plantas de maíz: Tablas A.13 y A.14
- Producción de materia seca del Pasto Brachiaria a los 14, 27 y 40 días después del primer corte: Tablas A.15 y A.16.

Los análisis de varianza y diferencia mínima significativa, de los registros enunciados, se presentan en el Apéndice B.

#### Infuencia del Tiempo de Inundación sobre el Maíz

##### Crecimiento de Plantas

Los tratamientos de inundación afectaron primordialmente a las plantas que fueron sometidas al anegamiento durante la etapa crítica de crecimiento del

maíz; una vez teminado el respectivo tiempo de inundación asignado por cada tratamiento, se observó en las plantas la pérdidas de turgencia en las hojas, manifiesta por el entorchamiento de las mismas; dicho efecto fue más drástico en plantas sometidas a 48 y 72 horas de inundación, que en las plantas que sóportaron sumersión por 12 o 24 horas. El maíz sometido al máximo tiempo de anegamiento duró sin turgencia por más de 6 días y acusó un estancamiento parcial en su crecimiento. Algunas plantas de germinación tardía que sufrieron sumersión total, presentaron marchitamiento permanente. Se observó además que con posterioridad a la inundación, la mayor parte de las plantas sometidas a más de 24 horas de inundación, mostraban un amarillamiento de las hojas y marchitez de las hojas bajeras. Las Figuras 4.1 y 4.2 ilustran el efecto del tiempo de inundación sobre la altura de plantas de maíz.

Las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 presentan la influencia del tiempo de inundación sobre el crecimiento de las plantas en dos suelos diferentes. El crecimiento está expresado como altura relativa de plantas comparadas con la altura del maíz a los 75 días, obtenida en las parcelas que no sufrieron inundación. Las curvas muestran, que hubo una disminución gradual de la altura normal de las plantas afectadas por los diferentes tratamientos, siendo la disminución directamente proporcional al tiempo de inundación. Para los 75 días, época para la cual el cultivo había alcanzado su altura definitiva, se observa que las plantas que sufrieron anegamiento por 12, 24, 48 y 72 horas durante la etapa de crecimiento, alcanzaron respectivamente, 94%, 93%, 86% y 81% de la altura normal de las plantas no inundadas en el suelo de Banco y de 94%, 90%, 84% y 69% respectivamente para el experimento en suelo de Bajío.



Figura 4.1 Influencia del tiempo de inundación sobre el crecimiento de plantas de maíz, tres días después de finalizado el anegamiento.



Figura 4.2 Influencia del tiempo de inundación sobre la altura final de plantas de maíz, sometidas al anegamiento a los 26 días de edad

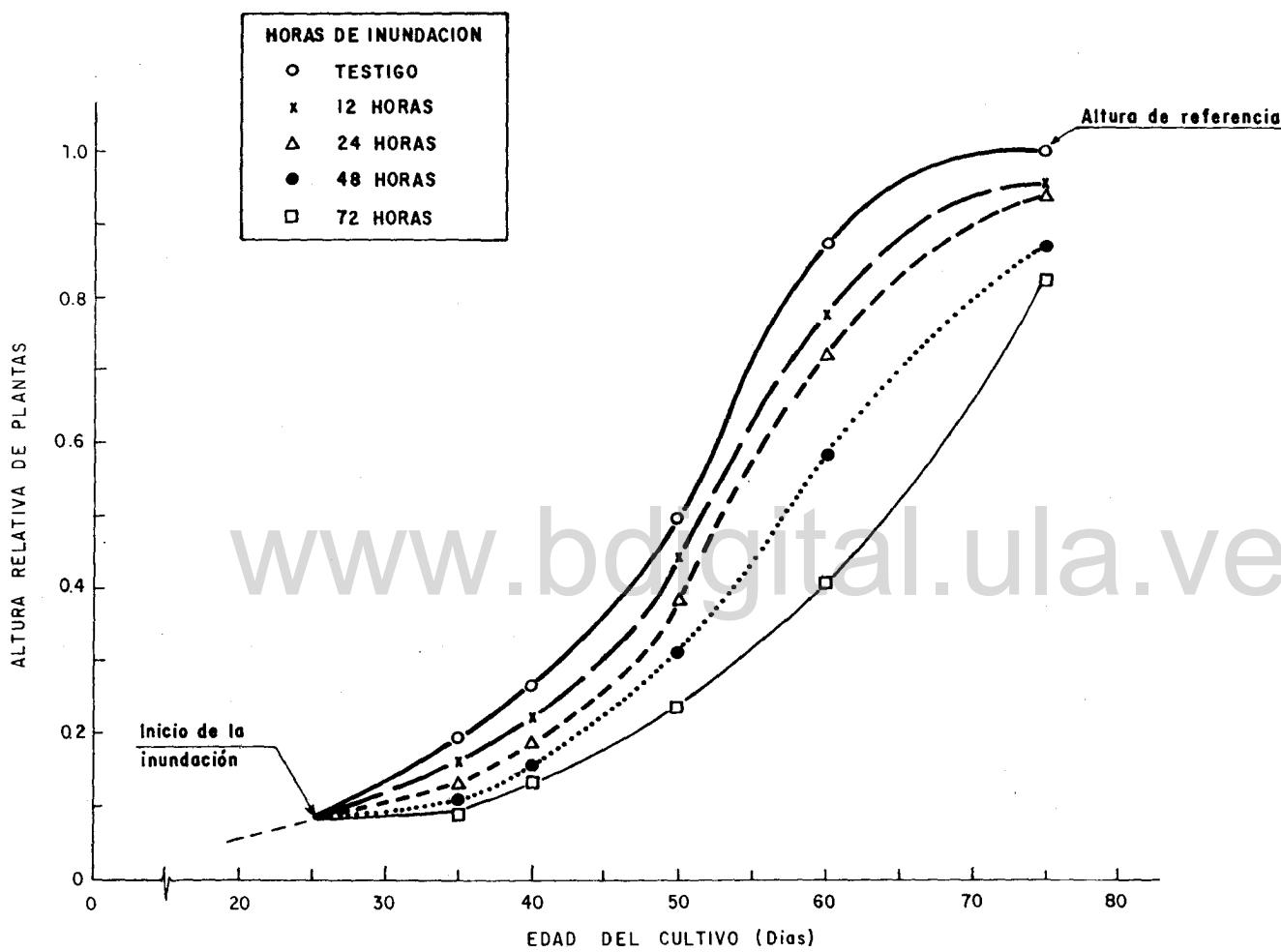
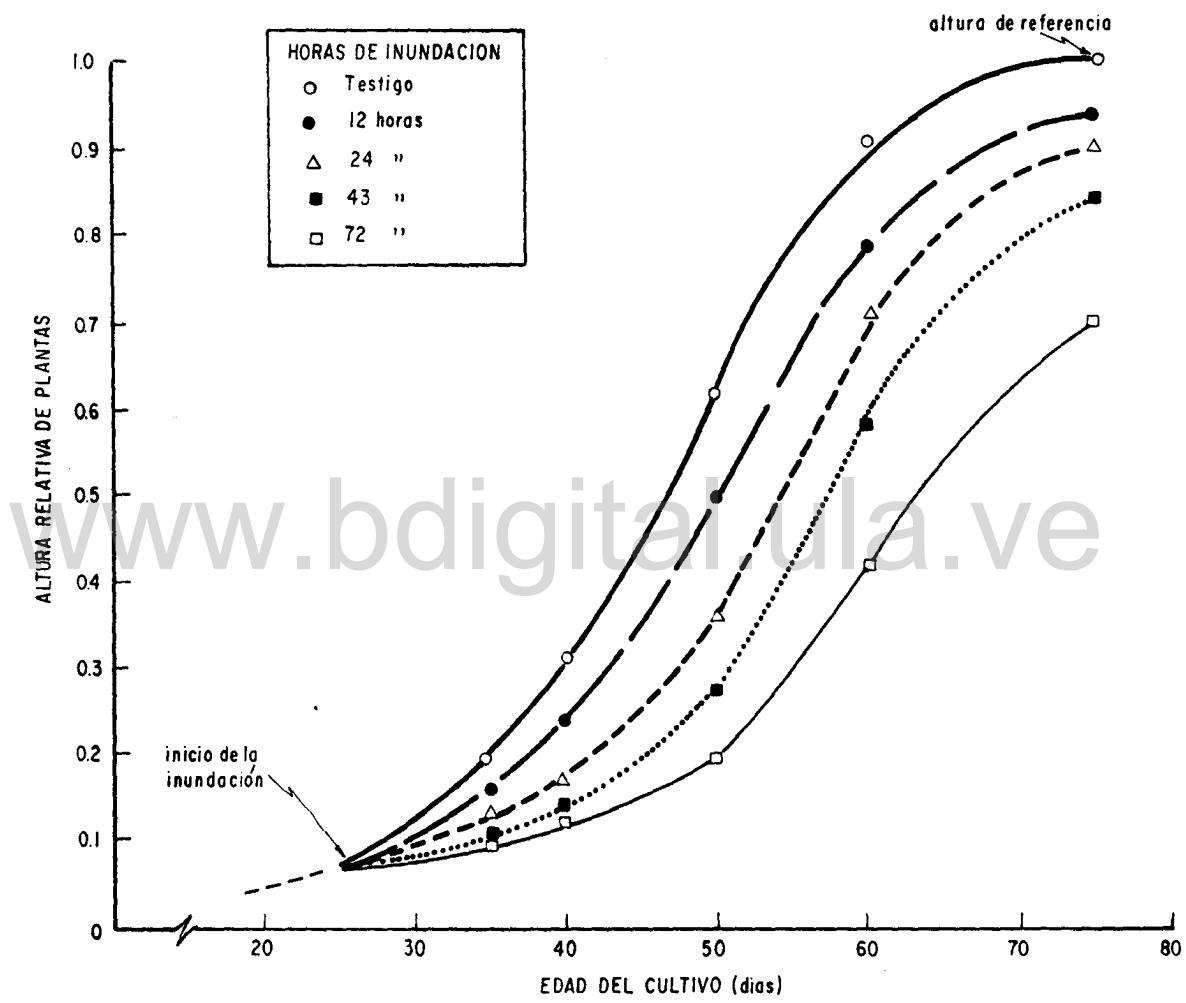


Figura 4.3 Efecto del tiempo de inundación sobre el crecimiento de plantas de maíz en el suelo de banco sometido a inundación a los 26 días de siembra.

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )



**Figura. 4.4** Efecto del tiempo de inundación, sobre el crecimiento de maíz, en el suelo de bajío, inundado a los 26 días después de la siembra.

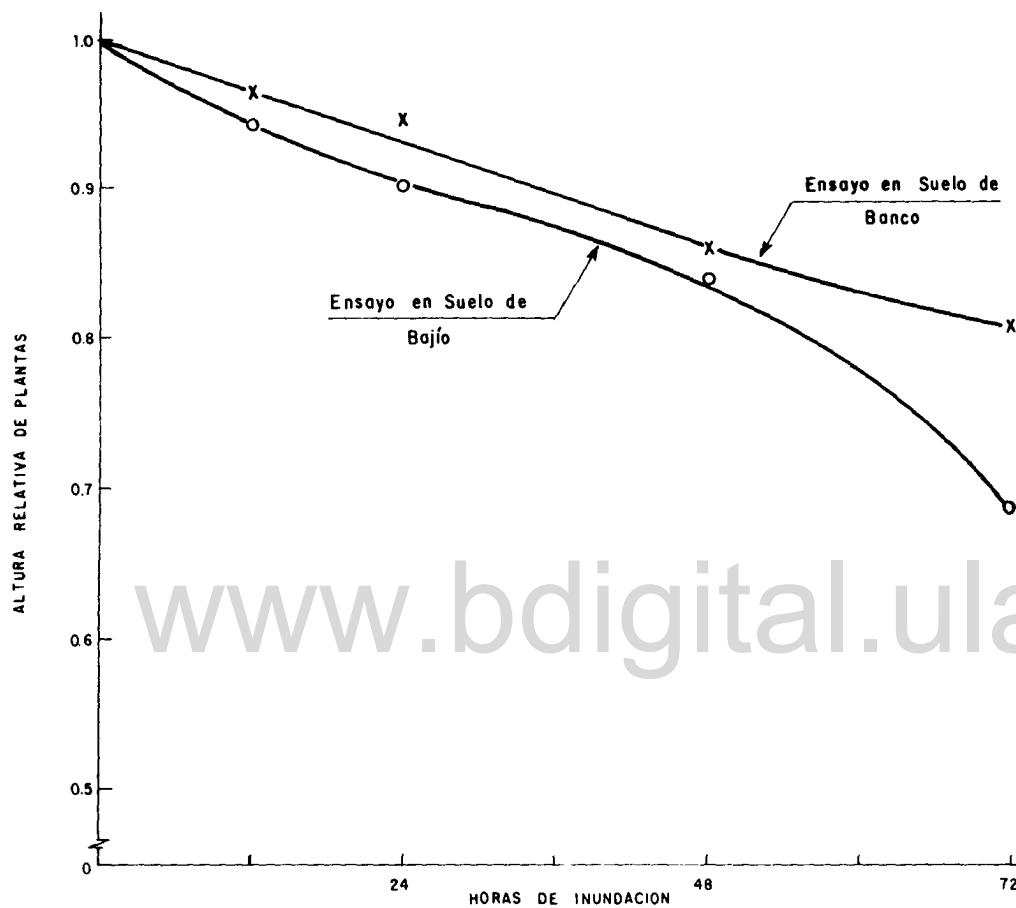


Figura 4.5 Efecto del tiempo de inundación sobre la altura relativa de plantas de maíz a los 75 días; las plantas fueron sometidas a inundación a los 26 días después de la siembra.-

te 72 horas sufren un receso o estancamiento de su crecimiento en los días posteriores a la inundación, acusando una recuperación relativa a partir de los 10 o 15 días desde el cese del anegamiento. Ello es corroborado por el análisis de varianza, que muestra que la diferencia de alturas es más significativa a los 50 y 60 días, que a los 75 días de edad del cultivo. Las diferencias entre el testigo y los distintos tratamientos, es mayormente significativa, en la medida que se aumenta el tiempo de inundación. Cabe señalar, que los registros de altura previos a la inundación, no presentan diferencias significativas.

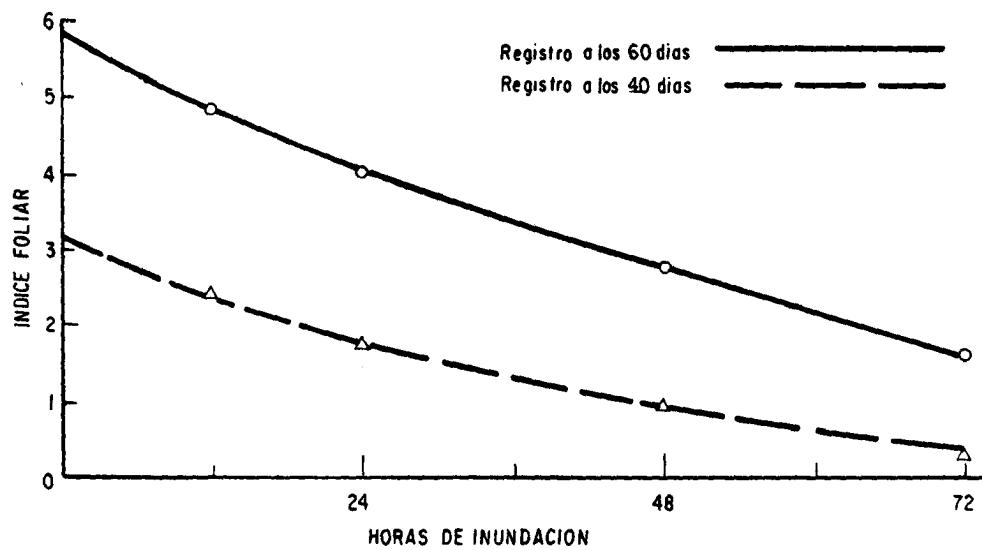
Comparativamente, los efectos de la inundación sobre el crecimiento son más severos en el suelo de bajío que en el suelo de banco. Tales efectos son más contrastantes cuanto mayor es el tiempo de inundación, debido a la mayor dificultad que tiene el suelo de bajío para permitir el drenaje rápido de los excesos de agua, tanto por su textura como por su posición fisiográfica, originando una disminución del volumen de aire en el suelo con la consecuente disminución de la concentración de oxígeno y reducción de la velocidad de transpiración de las plantas, factores estos que afectan el crecimiento de las mismas.

La Figura D.1 de Apéndice, presenta la curva de crecimiento del maíz híbrido Baraure la cual fue elaborada por FOREMAIZ. Si se comparan las curvas de crecimiento de la Figuras 4.3 y 4.4 con la patrón estimado por FOREMAIZ, se encuentra que tanto el testigo como el tratamiento de 12 horas se ajustan muy bien a la curva modelo, en tanto que las curvas correspondientes a los tratamientos restantes sufren desplazamientos como consecuencia del anegamiento.

La influencia del tiempo de inundación también se manifestó en el diámetro y consistencia de los tallos de maíz, tanto en el experimento en el suelo de banco como en el suelo de bajío; aún cuando no se tomaron registros que cuantificaran esta situación, se observó claramente que las cañas de las plantas inundadas por 48 y 72 horas a los 26 días de edad, eran débiles y de menor diámetro en comparación con las plantas testigo.

#### Área Foliar

En las plantas inundadas a los 26 días, se realizaron observaciones de su área foliar a los 40 y 60 días después de la siembra. Dichos valores, expresados como Índice Foliar, se representan en la Figura 4.6. Las curvas señalan que a mayor tiempo de inundación, el Índice Foliar disminuye. Ello es especialmente significativo, si se tiene en cuenta que, en las parcelas inundadas por 48 y 72 horas, fue necesario realizar un control manual de la malezas que aparecieron con posterioridad a los tratamientos, en contraste con las parcelas no inundadas o anegadas por 12 o 24 horas. Ello refleja, que la inundación afectó el crecimiento de las hojas, reduciéndolo solo su tamaño y área de exposición a la radiación solar, sino también en la modificación del microclima, pues debido a una mayor luminosidad entre hileras, aparecieron estratos herbáceos, lo cual no ocurrió en parcelas no inundadas, donde el follaje reducía la transmisión de la energía lumínica, controlando así el desarrollo de malezas. Con la aparición de malas hierbas, no solo la planta soporta una posible competencia por los nutrientes del suelo, sino que desde el punto de vista económico, puede aumentar los costos de producción si se decide realizar un nuevo control.



SUELDO DE BAJIO  
www.bdigital.ula.ve

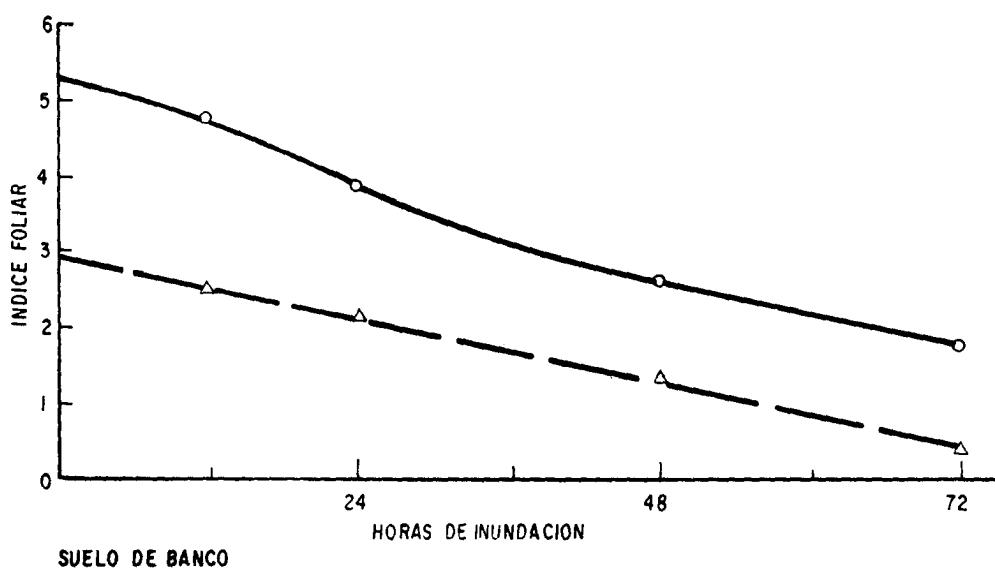


Figura. 4.6 Efecto del período de inundación sobre el área foliar en el cultivo de maíz, inundado durante la etapa de crecimiento.

En las plantas inundadas a los 60 días, no se realizaron mediciones de área foliar; en el momento de iniciar los tratamientos, las plantas presentaban un desarrollo normal de su follaje y había aparecido ya la hoja bandera. Un conteo indicó que dichas plantas tenían en promedio 15 o 16 hojas. Como efecto de la inundación, pudo observarse el marchitamiento de las 5 hojas bajas y un amarillamiento general en las hojas restantes, más acentuando en plantas sometidas al anegamiento por más de 48 horas.

La Figura 4.6 muestra que el efecto de la inundación a los 26 días fue más drástico en plantas sembradas en suelo de bajío. El análisis estadístico señala diferencias altamente significativas entre tratamientos para el área foliar a los 60 días, siendo mayor la significación en el suelo de Bajío que en el suelo de Banco. La Tabla 4.1 presenta los porcentajes de área foliar en relación al testigo, para los dos suelos, según el registro a los 60 días de edad del cultivo.

Tabla 4.1 Porcentaje de Área Foliar en relación al testigo, para plantas de maíz sometidas a diferentes períodos de inundación.

Horas de Inundación	Área Foliar (%)	
	Suelo de Banco	Suelo de Bajío
0	100	100
12	89	84
24	68	70
48	50	48
72	34	28

Número de granos por mazorca

Los distintos tratamientos de inundación afectaron considerablemente el tamaño, distribución y número de granos de las mazorcas. La inundación del maíz a los 26 días causó en las plantas la aparición de mazorcas pequeñas pero relativamente bien formadas, siendo el tamaño inversamente proporcional al tempo de inundación: a mayor tiempo de anegamiento de las plantas, en la época de crecimiento, menor tamaño de mazorcas desarrollaron; sin embargo, las mazorcas tuvieron un llenado normal de los granos, encontrándose si, que el número de granos por mazorca también experimentaba una reducción en comparación con mazorcas normales obtenidas en condiciones de no inundación. La Figura 4.7 muestra el efecto de la inundación a los 26 días sobre el tamaño de mazorcas para los distintos tratamientos.

La inundación a los 60 días, coincidente con el período de polinización ocasionó daños más severos a la formación de mazorcas y llenada de granos, en plantas que fueron sometidas a 72 o 100 horas de inundación. Para dichos tratamientos se observó una dispersión de granos en la mazorca, presentándose incluso el vaneamiento total de los mismos; muchas plantas presentaron deformaciones en la mazorca, caracterizadas por el fenómeno de achaparramiento, es decir, formación de 2 o 3 mazorcas en el mismo sitio, pero sin llegar a desarrollar granos. Los tratamientos de 24 y 48 horas de inundación, afectaron las mazorcas reduciendo un poco su tamaño y peso. La Tabla 4.2 presenta para los diferentes tiempos de inundación, el número de granos por mazorca. La Figura 4.8 muestra la influencia de la inundación a los 60 días sobre el tamaño de mazorcas y distribución de los granos. Debe señalarse, que en el experimento en suelo de bajío, no se pudo realizar el tratamiento de inundación

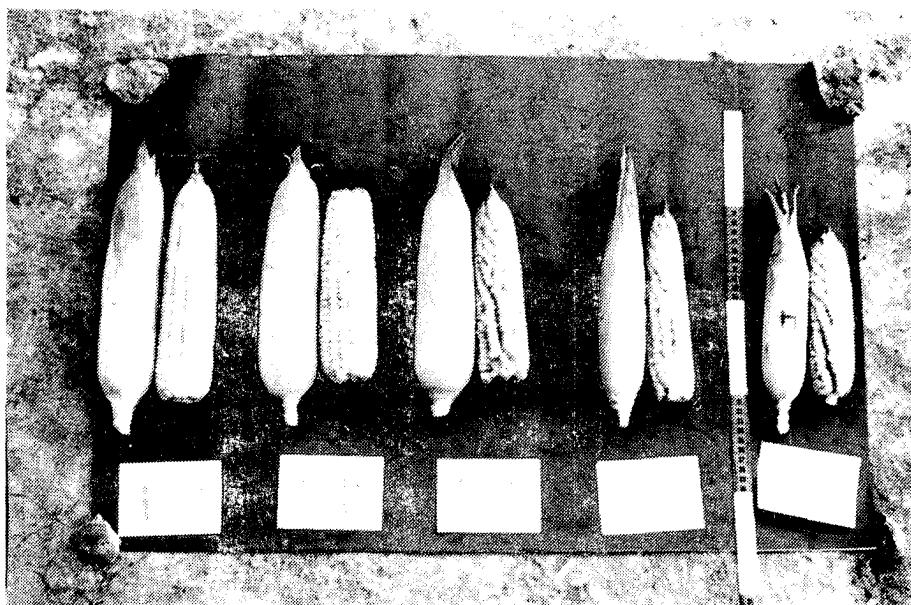


Figura 4.7 Efecto del tiempo de inundación sobre el tamaño de las mazorcas y la distribución de granos, en plantas de maíz sometidas al anegamiento en la etapa de crecimiento

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

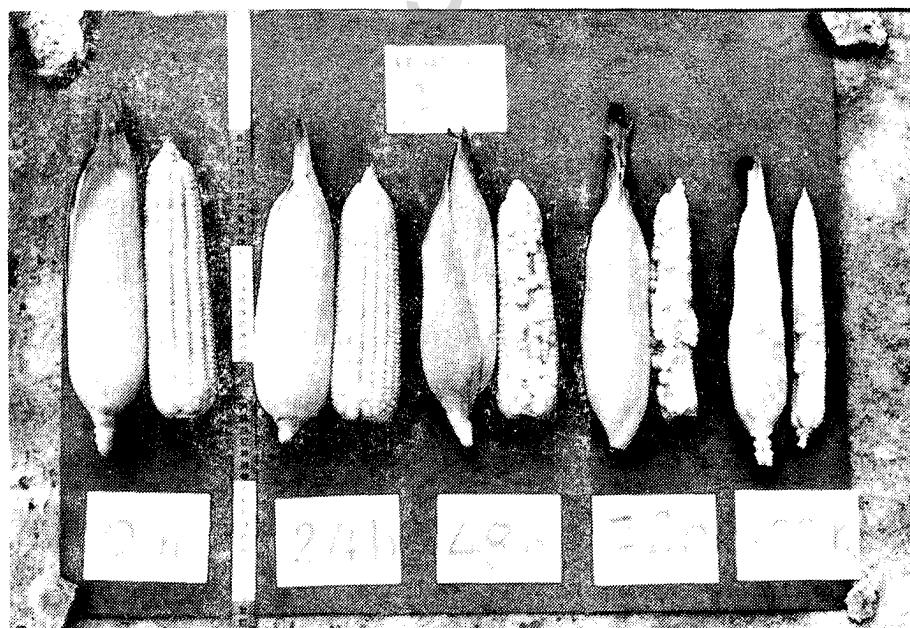


Figura 4.8 Efecto del tiempo de inundación sobre el tamaño de las mazorcas y la distribución de granos, en plantas de maíz sometidas al anegamiento en la etapa de polinización y fertilización del óvulo

correspondiente a 100 horas durante la etapa de polinización.

Tabla 4.2 Número de granos por mazorca en plantas sometidas a diferentes tiempos de inundación.

Horas de Inundación	Suelo de Banco		Suelo de Bajío	
	Número de granos/mazorca $\bar{X}$	% <sup>1</sup>	Número de granos/mazorca $\bar{X}$	% <sup>1</sup>
Inundación a los 26 días				
0	340	100	382	100
12	308	91	340	89
24	258	76	293	77
48	245	72	255	67
72	168	49	211	55
Inundación a los 60 días				
24	279	82	321	84
48	182	54	213	56
72	87	26	195	51
100	80	24	(*)	(*)

(1) % expresado en relación a plantas que no sufrieron inundación

(\*) No se realizó la observación correspondiente.

Comparativamente, la inundación a los 60 días afectó más severamente la formación de granos que la inundación a los 26 días; en el primer caso, la dispersión de granos indica inconvenientes en el momento de la polonización o en la fertilización del óvulo, dando como resultado la formación de un número menor de granos por mazorca; aún cuando en las plantas inundadas por 24 o 48 horas no se presentó una dispersión de granos en las mazorcas, el efecto sobre la polinización es manifestamente más drástico que el efecto producido por iguales tiempos de inundación a los 26 días. En este último caso, el daño proviene de un retraso general en la etapa de crecimiento que afecta consecuentemente el tamaño y peso de las mazorcas.

En el suelo de bajío, el maíz presentó un desarrollo más rápido que en el suelo de banco, posiblemente porque el suelo de bajío en las condiciones de verano posee una disponibilidad mayor de agua y menor restricción en el crecimiento, por lo cual el efecto de la inundación a los 60 días no fue tan notorio en la distribución y número de granos, pues al momento de la inundación un gran porcentaje de plantas habían sido ya polinizadas; aún así el efecto de esta inundación fue más severo que el efecto ocasionado por la inundación en la etapa de crecimiento, según se muestra en la tabla citada anteriormente.

#### Producción de granos

En los experimentos se tuvo una población promedio de 53580 y 53995 plantas/hectárea para los ensayos sembrados en suelos de banco y de bajío respectivamente. El análisis de varianza de la población de plantas resultó no significativa tanto entre bloques como entre tratamientos, por lo cual los registros de producción que aparecen en el Apéndice A, no sufrieron corrección por población.

El análisis de varianza aplicado a los datos de producción del maíz inundado a los 26 días indicaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para el 1% de probabilidad, siendo mayormente significativas para el ensayo en el suelo de bajío. El análisis estadístico de los resultados de producción en el maíz inundado a los 60 días señaló diferencias altamente significativas entre tratamientos y mayormente significativas comparadas con los resultados obtenidos en la inundación a los 26 días. Las diferencias de producción entre el testigo y cada uno de los tratamientos, son superiores al valor de la diferencia mínima significativa al 1% de probabilidad, encontrado para el ensayo de maíz en el suelo de banco inundado a los 60 días, en tanto que para el suelo de bajío, las diferencias en producción entre el testigo y los tratamientos son mayores a la diferencia mínima significativa para plantas que sufrieron anegamiento por 48 o 72 horas solamente. No obstante, las pérdidas en el suelo de bajío fueron mayores que en el suelo de banco.

Las Figuras 4.9 y 4.10, representan la influencia del tiempo de inundación sobre las pérdidas de producción de granos, expresadas como porcentaje en relación a la producción obtenidas en condiciones normales de humedad del suelo. Al analizar dichas figuras se observa que los daños son mayores cuando una inundación hasta por 72 horas afecta la etapa de polinización que cuando esta ocurre en la época de crecimiento vegetativo, lo cual fue corroborado por el análisis estadístico. La curva de pérdidas por efecto del anegamiento a los 26 días señala una tendencia al aumento de los daños superiores al 70% para tiempos de inundación mayores a 72 horas, en tanto que la curva de pérdidas para la inundación a los 60 días, muestra para el mismo tiempo de anegamiento una tendencia a volverse constante. Ello es perfectamente explicable si se

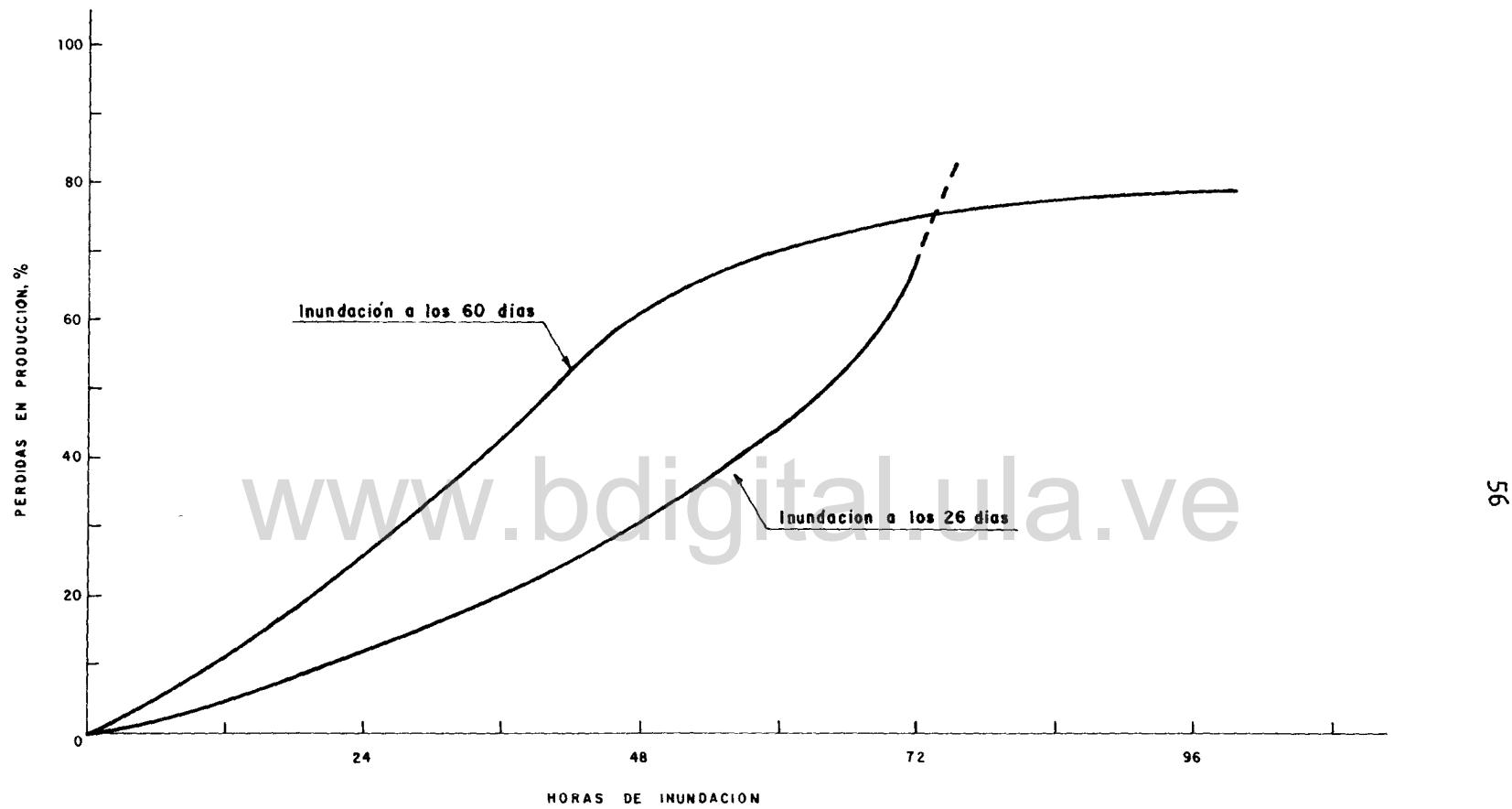


Figura 4.9 Influencia del tiempo de inundación sobre la producción de maíz, en el suelo de banco.-

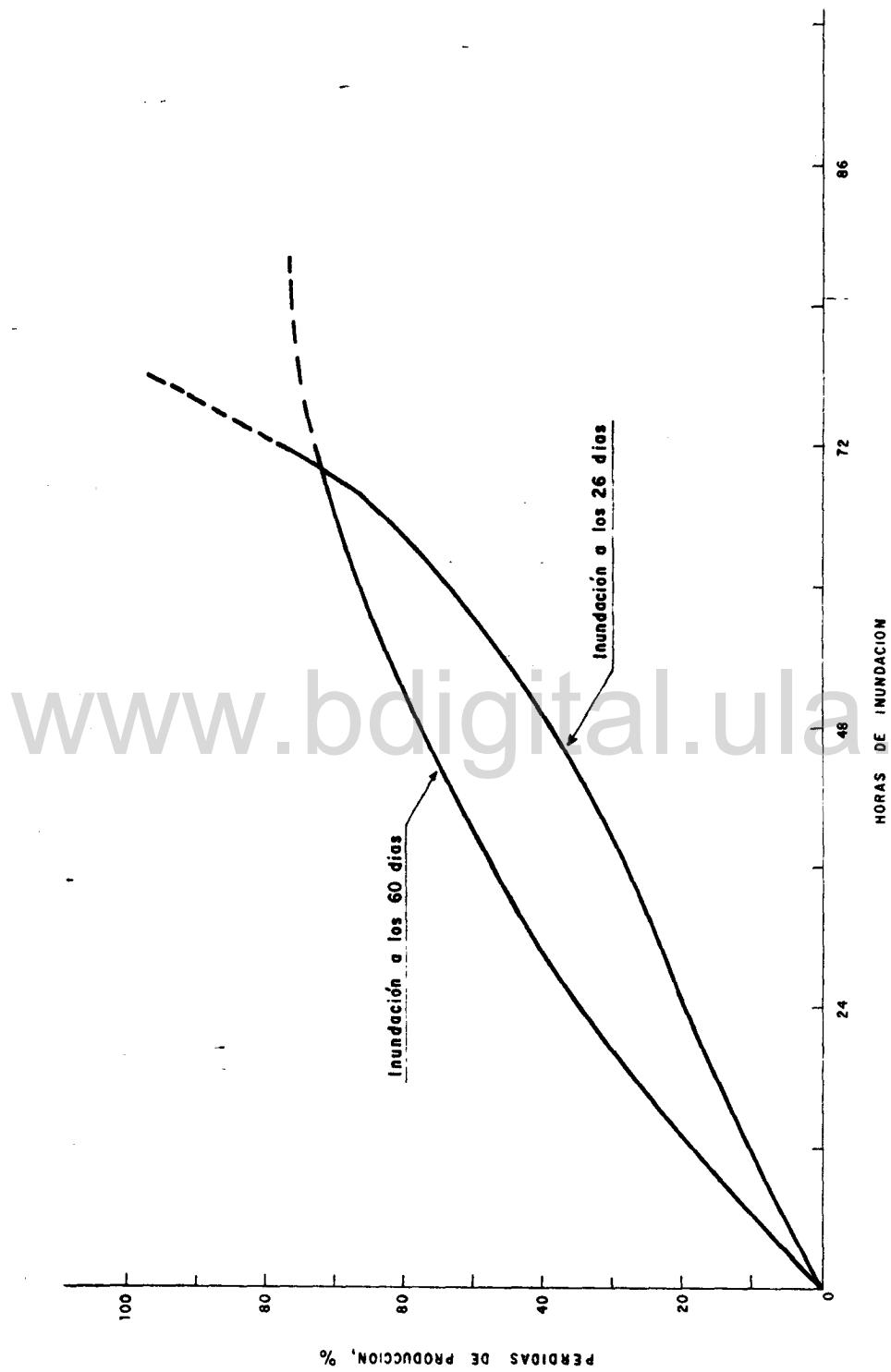


Figura 4.10 Influencia del tiempo de inundación sobre la producción de maíz, en el suelo de bajo:-

tiene en cuenta que el período de crecimiento es más amplio que la etapa de polinización, lo que implica que una vez cumplida la polinización poco afectará los rendimientos un mayor tiempo de inundación, en tanto que una sumersión mayor a 72 horas, en la etapa de desarrollo, puede ocasionar pérdidas hasta del 100%. Cuando el efecto de inundación no es agudo, las plantas muestran una recuperación.

Si se repasan los efectos de la inundación sobre cada uno de los parámetros medidos, se encuentra una correspondencia de resultados entre altura de plantas, área foliar, tamaño y número de granos por mazorca y producción de maíz cuando el cultivo ha sido afectado por inundación en la etapa de crecimiento. Existe una relación directa entre crecimiento vegetativo y producción; el crecimiento puede expresarse como un proceso químico que responde a estímulos presentes en el ambiente físico de las comunidades vegetales. El exceso de humedad en el suelo limita la aireación necesaria que deben tener las raíces para su normal desarrollo y en condiciones de anegamiento las raíces crecen en un ambiente anaeróbico, restringiendo su crecimiento, absorción de agua y nutrientes, lo cual se refleja en disminución de la transpiración y otros procesos fisiológicos, que repercuten en el crecimiento y finalmente la producción de los cultivos, tal como lo demuestran los resultados obtenidos. Para la época de polinización puede decirse que la planta ha cumplido su etapa de crecimiento y su aparato fisiológico se concentra en la formación del fruto; en esta etapa la planta requiere igualmente una intensidad propicia de transpiración para obtener el óptimo de producción, por lo cual la demanda de agua por la planta debe ser satisfecha por el suelo; en condiciones de sumersión, la demanda de agua no es satisfecha, afectándose la formación de granos, tanto más drás-

ticamente cuanto mayor sea el tiempo de inundación durante el corto período de polinización.

La Figura 4.11, representa el efecto del tiempo de inundación en la etapa de crecimiento sobre la altura relativa de plantas, área foliar relativa y rendimientos, teniendo como referencia los valores obtenidos en plantas no inundadas.

#### Influencia del Tiempo de Inundación sobre el Pasto Brachiaria

El pasto Brachiaria fue sometido hasta un máximo de 12 días de inundación, la cual se inició 15 días después del primer corte, época para la cual el pasto sobresalía unos pocos centímetros sobre la lámina de inundación. En comparación con el testigo, los tratamientos no surtieron mayores efectos sobre el pasto en inundación, observándose aún en el tratamiento más severo, que el pasto continuó creciendo en forma normal. Los muestreos de materia seca realizados tampoco presentaron diferencias apreciables entre tratamientos lo cual implica que el crecimiento no fue afectado por el anegamiento; este efecto se presenta en las Figuras 4.12 y 4.13.

El análisis estadístico de los registros de materia seca del pasto indicaron diferencias no significativas, lo cual implica que los distintos valores encontrados se deben a efectos externos a los tratamientos de inundación. Como se aprecia en las citadas figuras, no existe tampoco una jerarquización o tendencia de daños entre el testigo y los tratamientos.

Al comparar las curvas de crecimiento en los dos suelos, se observa una notoria diferencia en los pesos de materia seca para una misma edad. Ello puede explicarse en razón de que el pasto sembrado en bajío, sufrió un fuerte

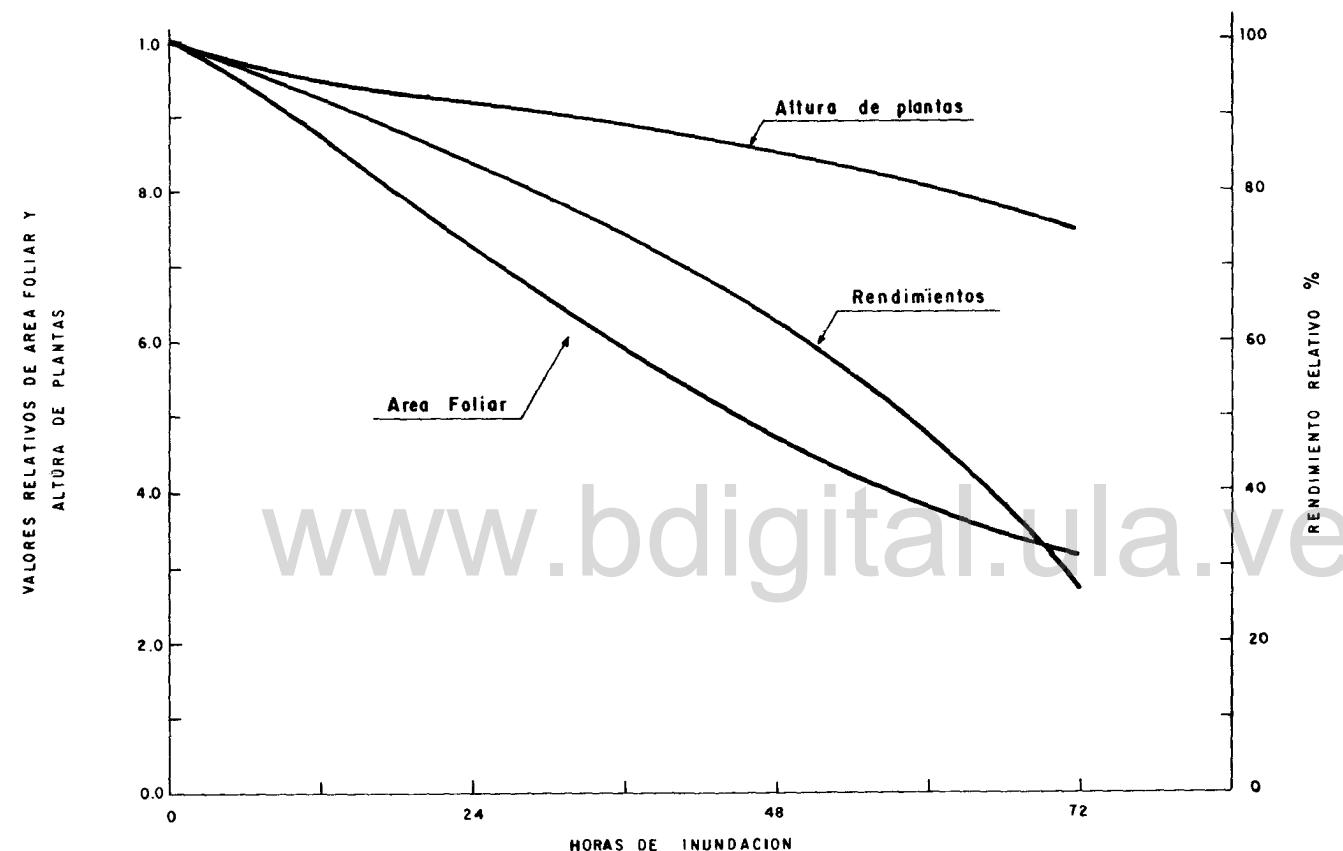


Figura 4.11 Efecto del tiempo de inundación en la etapa de crecimiento del maíz sobre la altura de plantas, área foliar y rendimientos. Valores relativos expresados en referencia a datos obtenidos en condiciones de no inundación.-

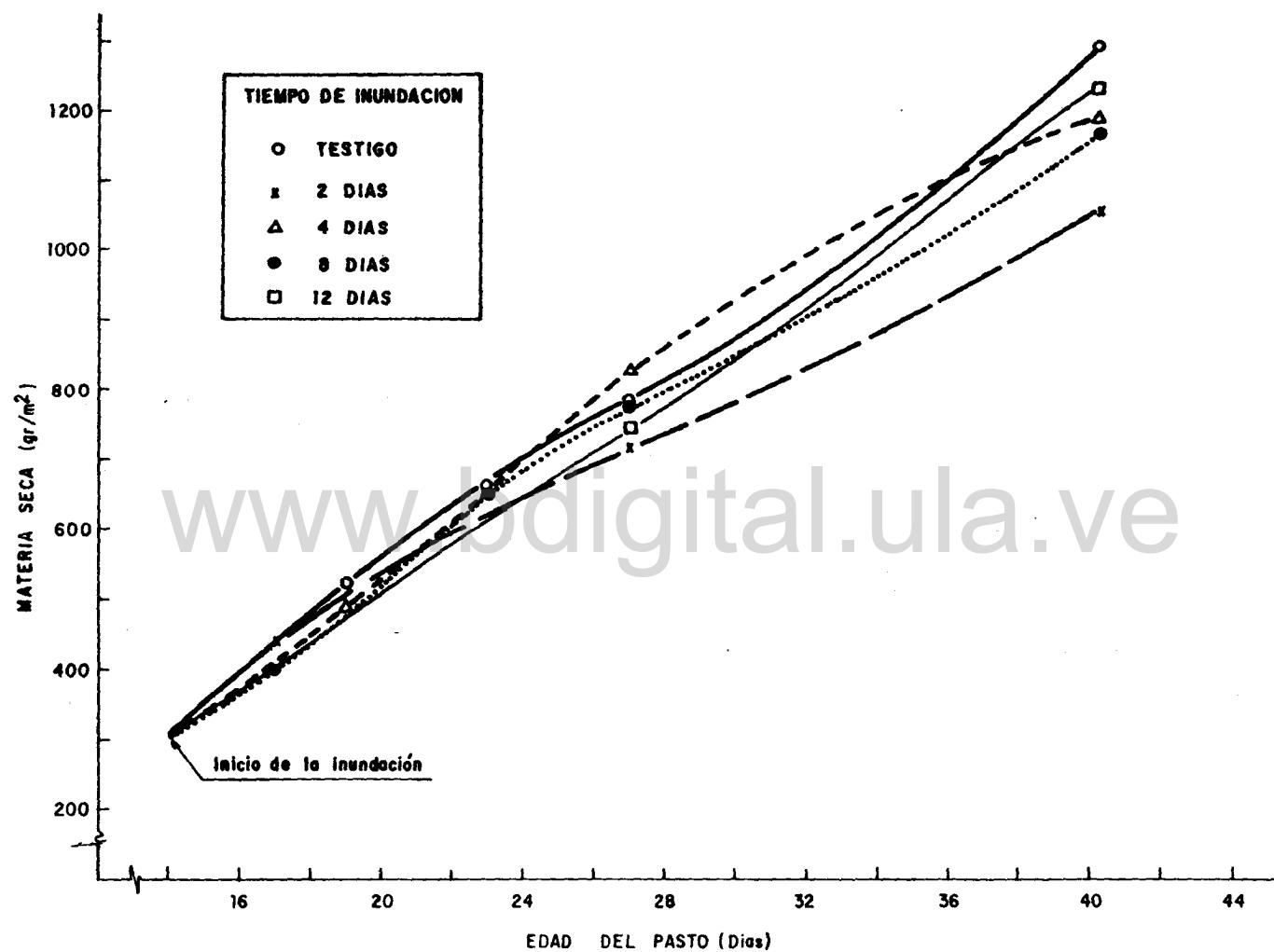


Figura 4.12 Producción de materia seca (gr/m<sup>2</sup>) del pasto Brachiaria, en el suelo de banco sometido a diferentes períodos de inundación 15 días después del corte.

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

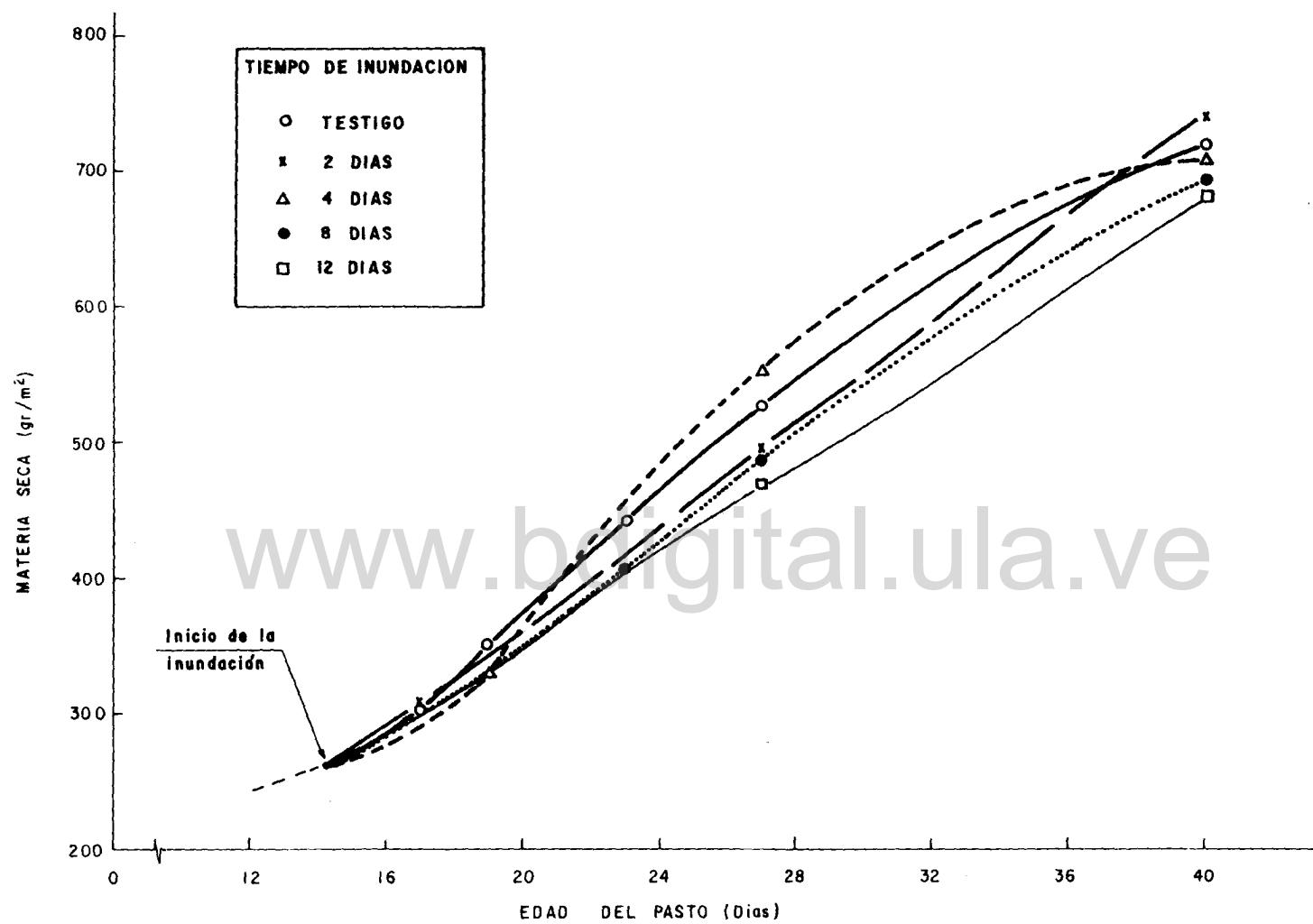


Figura 4.13 Producción de materia seca ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) del pasto Brachiaria, en el suelo de bajío, sometido a diferentes períodos de inundación 15 días después del corte.

enmalezamiento que impidió la propagación normal del cultivo, lo cual obligó a realizar un control manual; pese a ello, el pasto sembrado en bajío presentaba una densidad menor que el pasto sembrado en banco al momento del anegamiento. De otro lado, cabe señalar que el suelo de bajío se conservó saturado por más tiempo que el suelo de banco una vez terminados los tratamientos de inundación. No obstante lo anterior, las Figuras 4.12 y 4.13, muestran que independientemente del suelo y densidad de plantas, las curvas presentan la misma tendencia lo cual implica la poca influencia de los tratamientos de inundación sobre el crecimiento del pasto.

Es necesario señalar que a pesar de no haberse encontrado diferencias en materia seca, se observaron otros efectos secundarios. En el pasto sometido a inundación por 8 y 12 días, se encontró que las hojas sumergidas totalmente, comenzaron a amarillarse hacia los 7 días de iniciado el anegamiento, llegando a ocurrir incluso el marchitamiento de varias hojas y las hojas no sumergidas en cada uno de los tratamientos, accusaron un color similar al efecto producido por deficiencias de Nitrógeno. En todas las parcelas inundadas se observó además la formación de un colchón superficial de raicillas bastante denso. También pudo observarse que en los sitios donde se tomaron muestras inmediatamente anteriores a la inundación, el pasto no se desarrolló mientras duró la sumersión y solo comenzó a crecer en forma irregular, días después de drenar las parcelas, lo cual sugiere investigar el efecto de inundaciones en los días inmediatamente posteriores al corte, época en la que posiblemente pueden ocurrir daños muy severos.

### Efectos posteriores a la inundación sobre el ambiente edáfico de los cultivos

Muestreos sucesivos de la humedad del suelo una vez finalizados los tratamientos de inundación, no mostraron diferencias en el comportamiento del suelo por efecto del tiempo de inundación. Curvas promedios para diferentes profundidades, se presentaron en las Figuras 4.14 y 4.15. Sin embargo, debe considerarse que para la época del experimento los suelos solo estuvieron saturados por un breve lapso de tiempo, condición ésta que puede variar sustancialmente en la época de lluvias, donde precipitaciones sucesivas o escorrentía proveniente de zonas altas pueden dar lugar a más de un período de inundación o mantener el suelo con un contenido de humedad muy alto por varios días.

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

Las curvas de las Figuras mencionadas muestran la capacidad de los dos suelos para percolar los excesos de agua, favoreciendo la aireación del suelo luego de la inundación. El suelo de banco presenta, para el horizonte de 0-25 cm, un tiempo de aproximadamente 48 horas en el cual percola rápidamente los excesos; alternativamente, la porosidad libre de agua se restablece en el mismo lapso de tiempo.

En las primeras 12 horas posteriores a la inundación, la percolación proveniente de este horizonte es retenida por un horizonte álbico, desplazándose luego a estratos más profundos. Aún cuando el suelo de banco tiene la posibilidad de drenar los excesos por escorrentía superficial, cediendo el problema a suelos en posiciones topográficas más bajas, debe considerarse que una vez saturado este suelo, las condiciones de exceso de humedad prevalecen por lo menos 48 horas en las cuales las condiciones de aireación para las raíces son precarias.

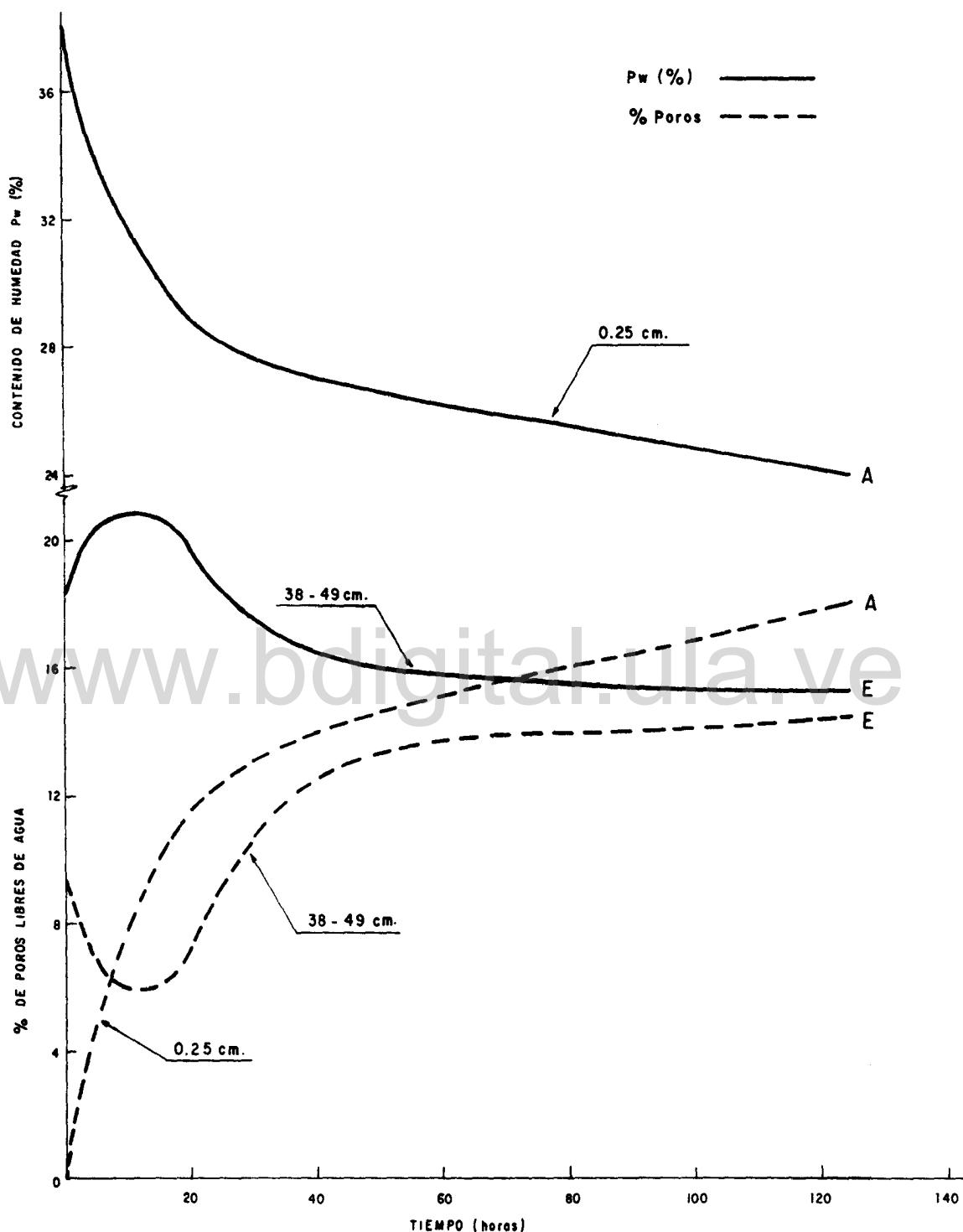


Figura 4.14 Contenido de humedad y porcentaje de poros libres de agua en el suelo de banco, despues de la inundación.-

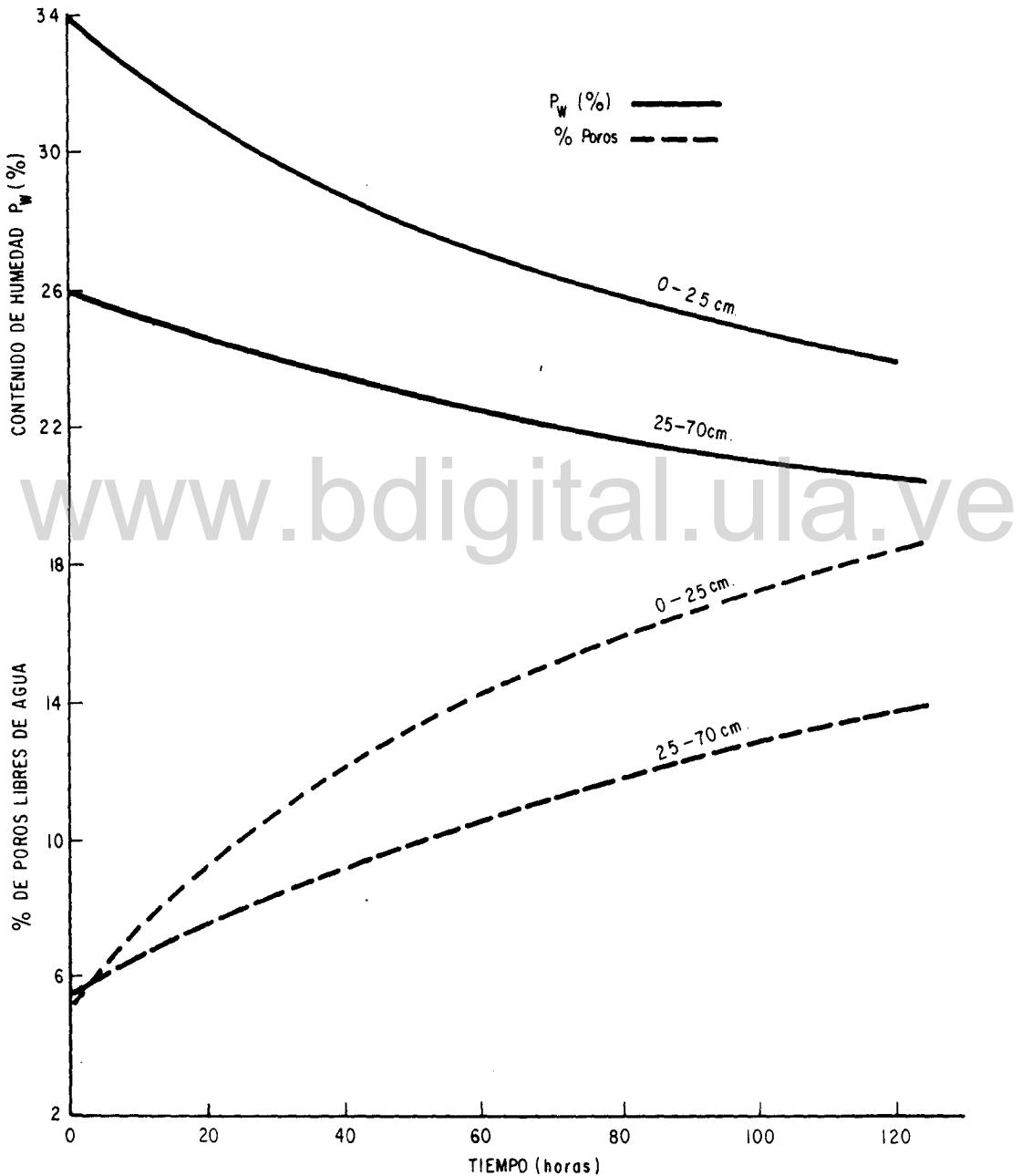


Figura. 4.15 Contenido de humedad y porcentaje de poros libres de agua, en el suelo de bajío después de la inundación.

El suelo de bajío percola los excesos en forma más lenta que el suelo de banco. Tres días después de terminado el fenómeno que ocasiona la saturación, el suelo aún sigue perdiendo humedad lo cual retarda la normalización de la aireación en la zona radicular, prolongando así los efectos de la inundación. Ello explica porque los efectos del tiempo de inundación fueron más severos sobre los cultivos que los ocasionados por tiempos iguales de anegamiento en el suelo de banco. En la época de lluvias, este suelo recibe no sólo el aporte de las lluvias sino también la escorrentía de zonas adyacentes, manteniéndose inundado lapsos de tiempo mayores a los considerados en los experimentos. Los efectos anteriores deben ser tenidos en cuenta, por cuanto las prácticas de drenaje no sólo tienden a evitar el daño directo a los cultivos prove nientes de un tiempo efectivo de anegamiento, sino que además regulan el contenido de humedad del suelo favoreciendo las prácticas agronómicas que exige el manejo de los cultivos.

#### Determinación del Tiempo de Drenaje para el Maíz

##### Relación entre la Precipitación y el Tiempo de Inundación

El balance hidrológico planteado en la Figura 3.3, permite analizar el posible comportamiento de la humedad del suelo en la época de lluvias, con el fin de diagnosticar su efecto sobre el maíz en relación al drenaje.

El balance se realizó entre los meses de Abril y Agosto a nivel diario considerando un período de siembra de dos meses y repitiendo el balance para las condiciones de suelo de banco y suelo de bajío respectivamente; con el fin de analizar situaciones extremas, el balance fue ejecutado para cada uno de los suelos, con los datos de precipitación del año más húmedo y del año más se

co del registro 1963-1973 de la Estación Barinas-Socony en el Estado Barinas. Los resultados del balance hidrológico se presentan en el Apéndice E.

Un análisis de frecuencia de la precipitación permite observar, que las lluvias más altas son por lo general de una hora de duración con una intensidad mucho mayor que la capacidad de infiltración básica del suelo. Alran (1971) realizó una descripción del drenaje superficial después de una fuerte tormenta, señalando los siguientes efectos: dentro de superficies agrícolas en terrenos de banco alto, el estancamiento de las aguas ocurre en partes muy localizadas de las parcelas, en tanto que en bancos bajos y bajíos, las manchas de inundación se extienden sobre conjuntos de parcelas durante varios días. En los esteros, el estancamiento permanece durante el invierno y parte del verano. Ello indica que la gravedad del problema del drenaje superficial varía según las posiciones fisiográficas que fijan el camino natural del escurrimiento.

Los registros de lluvia diarios y las lluvias extremas para 24 horas de duración suelen ocurrir por lo general en pocas horas. Para el suelo de bajío estudiado, tales lluvias ocasionan un anegamiento hasta ser infiltadas por el suelo; en el suelo de banco, una fracción de la precipitación da lugar a escorrentía superficial. La Figura 4.16, presenta una relación entre lluvias extremas y tiempo de retorno.

Balance Hidrológico en el suelo de bajío para el año más seco y el año más húmedo.

Los resultados del balance para el año más seco señalan que hasta los 100 días contados a partir del 1 de Abril, el contenido de humedad del suelo

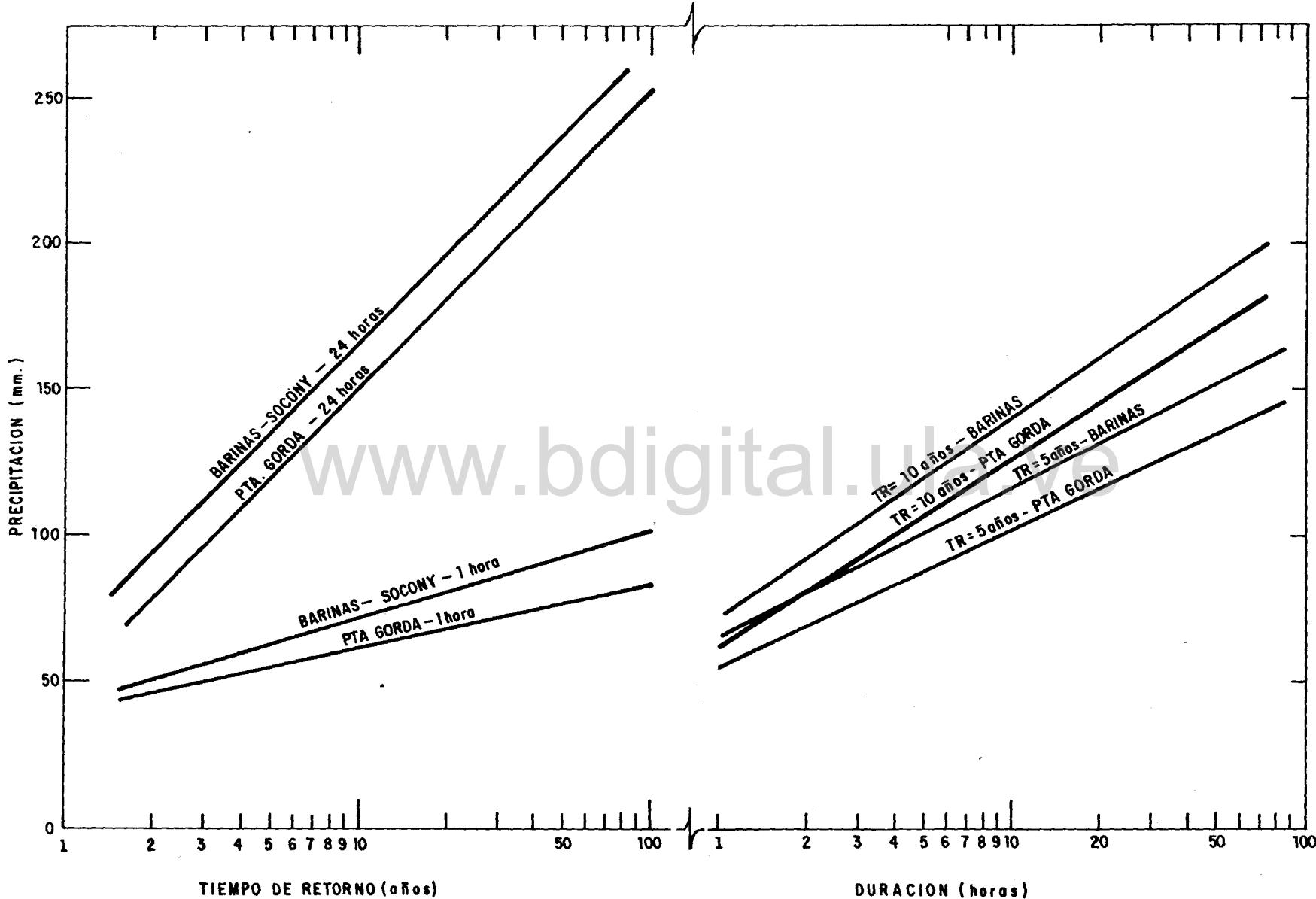


Figura 4.16. - Lluvias extremas y tiempo de retorno ,estaciones Pta Gord - La Corderera y Barinas - Socony ,Edo Barinas  
1955.- 1973

fluctúa por debajo de su máxima capacidad de almacenamiento, presentando esporádicos anegamientos superiores a 24 horas de inundación; sin embargo, a los 58 días se indica un anegamiento superior a 72 horas de duración lo cual implica que en cultivos sembrados en los primeros días de Abril, tal inundación puede coincidir con la etapa de floración lo cual conllevaría una severa disminución en la producción. A partir de los 100 días, el suelo está por encima de la capacidad de campo y la inundación se hace permanente; aún cuando para tal época se haya superado la etapa de polinización, es de prever que la cosecha se verá perjudicada por el anegamiento del suelo. En el año más húmedo el balance señala anegamiento permanecen a partir de los 40 días.

Si se tiene en cuenta que el balance no considera aportes de escorrentía superficial provenientes de suelos topográficamente más altos, es de suponer que aún en años considerados como secos la probabilidad de que ocurran inundaciones es mayor. Aún cuando no es posible cuantificar con un balance de esta naturaleza la mancha de inundación, cabe señalar que es característico de la región una múltiple secuencia fisiográfica de banco, bajío, estero y la presencia de muy distintas series de suelos que aparecen sumamente entremezclados.

#### Balance hidrológico en el suelo de banco para el año más húmedo

Según los resultados del balance diario del año más húmedo, en el suelo de banco no se diagnostica la probabilidad de inundaciones que afecten al maíz. Los excesos de agua se fraccionan en percolación y escorrentía, siendo mayor la proporción de agua infiltrada que auspicia la elevación del nivel freático durante la estación de lluvias. Según se deduce de la descripción del perfil del suelo que señala la aparición de moteados a partir de los 50 cms de profundidad y la característica de doble hidromorfismo.

La escorrentía que se produce por efecto de las lluvias es recibida por suelos en posiciones fisiográficas más bajas, los cuales pueden acusar problemas de anegamiento; la inundación de estos suelos podría ocurrir si la velocidad de escurrimiento es muy lenta bien sea por efecto de una pendiente topográfica muy suave, por láminas de pequeña carga hidráulica o por bloqueo en las salidas de los colectores. En relación al drenaje, el balance hidrológico del año más seco para el suelo de banco, señala efectos similares a los resultados explicados anteriormente. Sin embargo, siempre es necesario tener en cuenta, que en el caso de la percolación, esta ocurre con un desfase de 48 horas respecto a la lluvia que la produjo con lo cual se extiende el período de mala aireación del suelo.

#### Comparación de los resultados de producción

Los ensayos simularon en la época seca la inundación que suele ocurrir en la época de lluvias. Los resultados muestran una producción de maíz de 6,4 toneladas por hectárea en condiciones óptimas de humedad del suelo y de 1,7 toneladas por hectárea cuando el cultivo sufrió inundación por 72 horas en la etapa de polinización.

El proceso de producción de los cultivos responde a estímulos accionados por el medio físico, creándose así una dinámica interacción clima-suelo-cultural. Para el mismo suelo, sin limitaciones de humedad y/o fertilidad y baja condiciones similares de manejo, es el macroclima quien fijará posiblemente las diferencias de producción para siembras en uno u otro ciclo estacional que determina la distribución anual de lluvias. Se conoce como las condiciones de energía lumínica pueden variar a lo largo del año incidiendo en los procesos de fotosíntesis y transpiración, este último relacionado con la disposición de humedad.

dad en el suelo. Sin embargo, las diferencias de producción de maíz pueden explicarse no solo como efecto directo del fenómeno macroclimático, sino además por factores tales como el manejo; esto es, épocas de siembra, fertilización, drenaje, cosecha, o por las limitaciones propias de los suelos.

La producción máxima potencial de maíz que puede obtenerse cuando la siembra se hace en Febrero es de 8482 Kg/Ha según estimaciones hechas mediante la aplicación del Modelo agrofísico de crecimiento propuesto por Norero (1976). El modelo considera que no existiendo limitaciones por suelo, el crecimiento es función de las condiciones climáticas y las características propias del cultivo. Para la misma área, la producción máxima potencial de maíz que puede obtenerse cuando la siembra se realiza en Mayo, es de 6800 Kg/Ha; para las dos épocas, las estimaciones se realizaron sobre la base de una población de 55000 plantas/hectáreas, similar a la de los experimentos. Debido a las condiciones fluctuantes del clima y a las limitaciones de los suelos, la producción de maíz en los Llanos presenta un amplio rango de valores. Según estudios de FOREMAIZ, mediante la práctica de siembra en bancales se han obtenido entre 2800 y 5700 Kg/Ha; en explotaciones comerciales pueden alcanzarse rendimientos superiores a 4000 Kg/Ha mientras que la producción de siembra en plano, fluctúa entre 1000 y 22000 Kg/Ha.

Relacionando la producción potencial estimada por métodos agrofísicos, con la producción obtenida experimentalmente, se encuentra un coeficiente de 0.76; aplicando el coeficiente a las condiciones de la época de lluvia, puede predecirse una producción de 5168 Kg/Ha cuando el cultivo no encuentra limitaciones por drenaje. Si se asume una eficiencia de cosecha del 90%, se obtiene que la producción en la época de lluvias puede estar sobre 4651 Kg/Ha.

La Tabla 4.3, presenta los valores promedios relativos de rendimientos y pérdidas de producción, según la inundación ocurra en la etapa de crecimiento o en la etapa de polinización; los rendimientos relativos promedios se representan en la Figura 4.17. Teniendo en cuenta que el cultivo puede sufrir inundación en una etapa no crítica, los valores promedios de pérdidas en producción pueden llegar a ser menores. Si se plantean nuevas investigaciones sobre el particular, estudiando el efecto de inundación sobre otras etapas del desarrollo del cultivo, pueden obtenerse una familia de curvas y encontrar una ecuación que represente en promedio los rendimientos como función del tiempo de anegación.

#### Consideraciones Económicas

La Figura 4.18, representa un patrón de las pérdidas de producción de maíz en función del tiempo de inundación; las pérdidas son más severas cuando la inundación ocurre en la etapa de polinización, donde para 24 horas de sumersión las pérdidas alcanzan el 30% en relación a la producción obtenida en condiciones de un drenaje óptimo, aumentando las pérdidas en igual proporción para tiempos de inundación hasta de 48 horas; para tiempos mayores de sumersión, la pendiente de la curva de daños se vuelve decreciente. La curva contradice el concepto de algunos autores que expresan que debe seleccionarse para el maíz un tiempo de drenaje de 24 horas en razón de que este tiempo representa la sumersión tolerable sin ocurrencia de daños, lo cual ofrece una mayor seguridad para el diseño. Como se verá más adelante, dicho valor puede llegar a adaptarse, pero teniendo en cuenta que aún con 24 de anegamiento, pueden ocurrir pérdidas de producción, disminuyendo en magnitud según la inundación no ocu-

Tabla 4.3 Rendimientos relativos y % de pérdidas de la producción de maíz sometido a diferentes períodos de inundación. Valores promedios para dos suelos.

Hora de Inundación	Tratamientos de Inundación a los 26 días					
	Suelo de Banco		Suelo de Bajío		Valores Promedios	
	Producción (%)	Pérdidas (%)	Producción (%)	Pérdidas (%)	Producción (%)	Pérdidas (%)
0	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
12	95,73	4,27	89,42	10,58	92,58	7,43
24	88,96	11,49	80,46	19,54	84,26	15,74
48	69,31	30,69	59,92	40,08	64,62	35,39
72	30,84	22,01	22,01	77,99	26,43	73,58

	Tratamientos de Inundación a los 60 días					
	Suelo de Banco		Suelo de Bajío		Valores Promedios	
	Producción (%)	Pérdidas (%)	Producción (%)	Pérdidas (%)	Producción (%)	Pérdidas (%)
0	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
24	73,17	26,83	65,61	34,39	63,39	30,61
48	36,40	63,60	42,68	57,32	39,54	60,46
72	26,71	73,29	26,45	73,55	26,58	73,42
100	20,76	79,24	(17,33)*	(82,67)*	19,05	80,96

\* Valores estimados

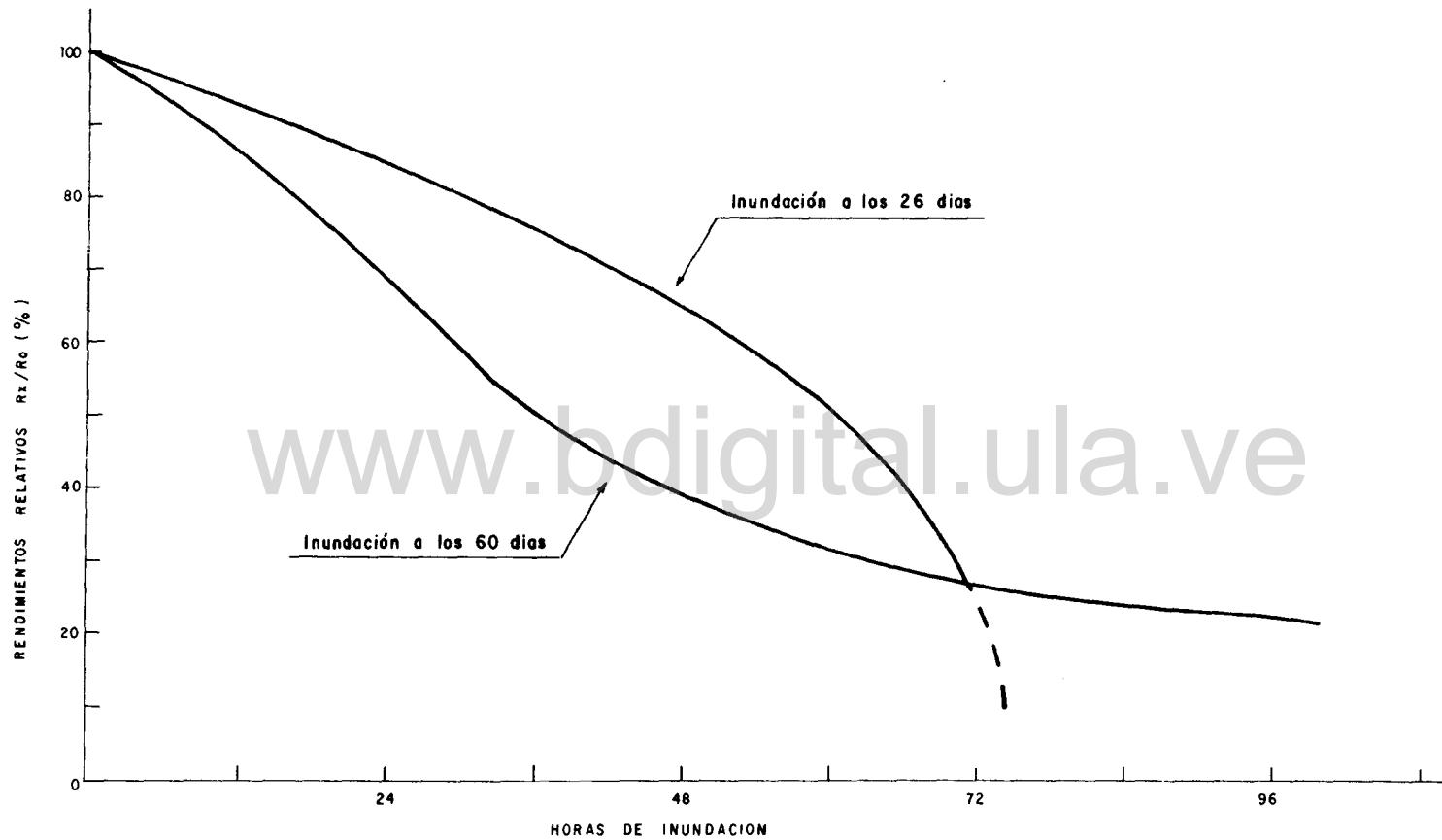


Figura 4.17 Relación entre el rendimiento potencial del maíz ( $R_o$ ) en condiciones de buen drenaje y el rendimiento ( $R_x$ ) cuando el maíz es sometido a diferentes tiempos de inundación

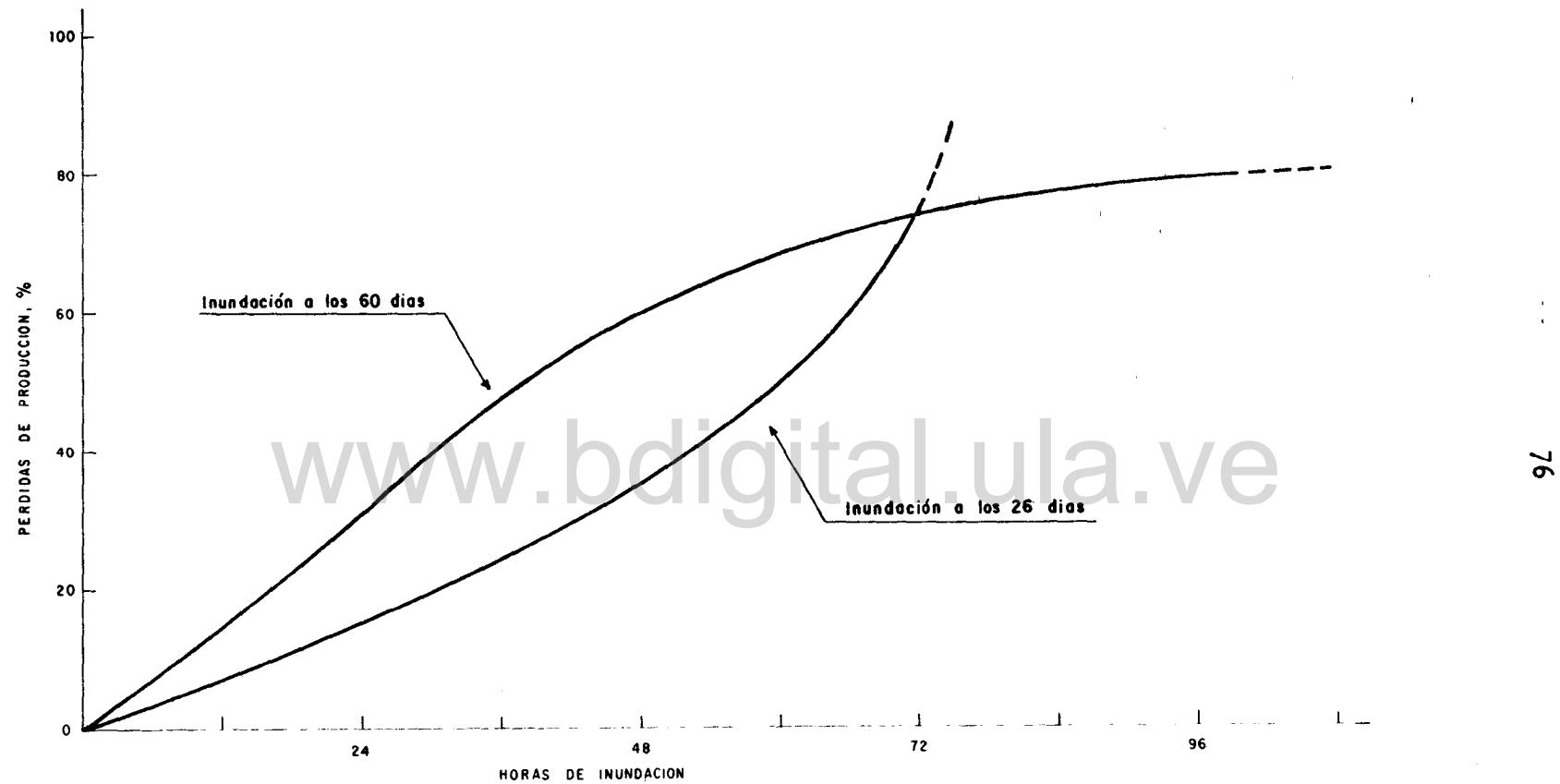


Figura 4.18 Influencia del tiempo de inundación sobre la producción de maíz.  
Valores promedios en relación a la producción sin inundación para  
ensayos en dos series de suelos.-

rra justamente en la etapa de polinización; anegamientos de duración menor a 24 horas ocasionan pérdidas que igualmente suelen ocurrir por causas diferentes a la inundación, tales como eficiencia en la recolección, germinación del grano, o ataque de plagas; este tipo de pérdidas pueden llegar a un 20%.

Para seleccionar el valor del tiempo de drenaje es necesario realizar una comparación en términos económicos entre la producción mínima que se asegura para un determinado diseño y la producción media que el agricultor obtiene sin realizar ninguna obra de drenaje. Para poder establecer esta comparación, se ha considerado el diseño de un colector lateral típico (Rojas, 1976) que drena una unidad agrícola de 10 hectáreas; el caudal de diseño fue obtenido para tiempos de retorno de 5 y 10 años, según los valores presentados en la Figura 4.15; los costos anuales por hectárea corresponden a una amortización del 6% en 10 años e incluyen los costos de emparejamiento de la unidad agrícola y la construcción y mantenimiento del canal. El valor adoptado como rendimiento promedio de maíz en la zona de los Llanos es de 1743 Kg/Ha calculado en base a los registros de producción de los años 1971 a 1974 para siembras en plano durante la época de lluvias y sin prácticas de drenaje. (FOREMAIZ 1972; De León, 1976).

La Tabla 4.4, presenta comparativamente; para diferentes tiempos de drenaje, períodos de retorno de 5 y 10 años y ocurrencia de la sumersión en dos etapas de desarrollo del cultivo; la relación entre el beneficio neto imputable al sistema de drenaje y los costos del mismo. En dichas tablas se tiene en cuenta la producción mínima esperada para un determinado tiempo de drenaje, la cual ha sido estimada en función de los resultados experimentales presentados en las Figuras 4.17 y 4.18 y tomando como referencia el 90% de la pro-

ducción potencial estimada para la época de lluvias; dicho rendimiento es factible de obtenerse en suelos de banco, con prácticas de conformación del terreno o en siembras en plano con redes colectoras de drenaje cuando no se presenten eventos extremos que superen la capacidad del sistema; así lo demuestran rendimientos superiores obtenidos por FOREMAIZ con prácticas de drenaje.

Si se adopta como criterio, que las obras de drenaje deben diseñarse para obtener los máximos rendimientos que la inversión misma justifica, los valores presentados en la Tabla 4.4, indican que la mejor relación costo se obtiene en la mayoría de los casos para un tiempo de drenaje de 24 horas, por lo cual dicho valor puede ser recomendado para ser usado en el diseño de colectores. Dicho valor es concordante con la distribución regional de lluvias, las cuales suelen ocurrir diariamente, en pocas horas pero con una alta intensidad durante los meses de mayor precipitación. El tiempo de drenaje seleccionado favorece también las labores de preparación de suelos pesados, pues es sabido que el anegamiento no solo perjudica en forma directa a los cultivos, sino que también dificulta las labores de siembra y recolección.

#### El tiempo de drenaje en relación al caudal de diseño

El diseño de colectores parcelarios se basa en la estimación del coeficiente de drenaje, que a su vez representa teóricamente, un volumen de exceso de agua que es necesario evacuar en un tiempo máximo permisible por los cultivos y para un área dada.

Los valores presentados en la Tabla 4.4, demuestran que existe una amplia gama de combinaciones de tiempo de drenaje y período de retorno que pueden ser estudiadas, como alternativas de diseño, para opciones de riesgo diferente.

Tabla 4.4 Relación entre beneficio imputable al drenaje y costos de drenaje, para diferentes combinaciones de tiempo de retorno, tiempo de drenaje y época de inundación.

Caso 1. Drenaje para TR = 10 años; Inundación en la etapa de polinización									
Tiempo de Drenaje	Rendimientos %	Producción Mínima Kg/Ha	Costos del Drenaje (CD) Bs/Ha-año	Costos de Producción Bs/Ha	Ingresos Bs/Ha	Beneficios Netos Bs/Ha	Beneficio Debido al Drenaje (BD)	Relación BD/CD	
Drenaje Óptimo	100,0	4651 <sup>(2)</sup>	-	-	5348,7	-	-	-	
24	69,39	3227	247,2	2099,2	3711,0	1611,8	1459,3	5,90	
36	50,00	2355	195,5	2047,5	2708,2	660,7	508,2	2,60	
48	39,54	1839	168,5	2020,5	2114,9	94,5	-	-	
Sin Drenaje	-	1743 <sup>(3)</sup>	1852 <sup>(4)</sup>	-	2004,5	152,5	-	-	

Caso 2. TR = 5 años; Inundación en la etapa de polinización									
Drenaje Óptimo	100,0	4651	-	-	5348,7	-	-	-	-
24	69,39	3227	195,5	2047,5	3711,0	1663,5	1511,0	7,73	
36	50,00	2335	168,8	2020,8	2708,2	687,4	534,9	3,17	
48	39,54	1839	143,5	1995,5	2114,9	119,4	-	-	
Sin Drenaje	-	1743	-	1852,0	2004,5	152,5	-	-	

Caso 3. TR = 10 años; Inundación en la etapa de crecimiento									
Drenaje Óptimo	100,0	4651	-	-	5348,7	-	-	-	-
24	84,26	3919	247,2	2099,2	4506,8	2407,7	2255,1	9,12	
36	77,00	3581	195,5	2047,5	4118,1	2070,7	1918,1	9,81	
48	64,62	3005	168,5	2020,5	3455,8	1430,2	1277,8	7,58	
Sin Drenaje	-	1743	-	1852,0	2004,5	152,5	-	-	

Caso 4. TR = 5 años; Inundación en la etapa de crecimiento									
Drenaje Óptimo	100,0	4651	-	-	5348,8	-	-	-	-
24	84,26	3919	195,5	2047,5	4506,8	2459,3	2306,9	11,80	
36	77,00	3851	168,8	2020,8	4118,1	2097,3	1944,8	11,52	
48	64,62	3005	143,5	1995,5	3455,8	1500,3	1347,8	9,39	
Sin Drenaje	-	1743	-	1852,0	2004,5	152,5	-	-	

(1) Producción mínima asegurada con drenaje

(2) Producción estimada

(3) Promedios según registros de FOREMAIZ

(4) Datos de Staver (1980)

rentes que determinen finalmente una decisión de tipo económico. Ello hace, que la recomendación de un valor único para el tiempo de drenaje sea un criterio algo rígido. El autor estima que dichos valores deben ser utilizados en ausencia de otra información, pero en lo posible es el interesado en el diseño quien debe adoptar el tiempo de drenaje, sobre la base de una información más amplia como lo es la curva de daños de producción de cada cultivo; el uso de las curvas es mayormente válido cuando el área a drenar está ocupada por cultivos con tolerancias diferentes al anegamiento y según sea la textura del suelo en relación a labores de mecanización de los cultivos.

#### Selección del Tiempo de Drenaje para el Pasto Brachiaria

Los experimentos demostraron que luego de 12 días de anegamiento, el pasto Brachiaria no disminuyó sus rendimientos en forma significativa, lo cual implica la adaptación del cultivo a condiciones de sumersión relativamente largas. Sin embargo, debe mencionarse que dicho pasto exige cortes cada 45 días, lo cual implica desde el punto de vista de manejo del cultivo, que aún cuando el pasto resista el anegamiento, es importante contar con lapsos de tiempo en los cuales el suelo relativamente seco permita labores de mecanización para el corte o fertilización; por ello un tiempo máximo de 12 días puede adoptarse como tiempo de drenaje para el pasto Brachiaria, sin embargo, esto no puede extenderse para el caso de pastoreo ya que el efecto de éste no fue estudiado.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados se obtienen las siguientes conclusiones:

- El maíz responde en forma diferente según el tiempo de inundación a que es sometido y según la etapa de su desarrollo en la cual se vea afectado. Los períodos en producción aumentan progresivamente a mayores tiempos de inundación, siendo más severas estas pérdidas cuando el anegamiento sucede durante la etapa de polinización que cuando la sumersión ocurre en la época del desarrollo vegetativo. Las pérdidas de producción en el caso más crítico, varían desde un 30% para 24 horas de inundación, hasta el 80% cuando la sumersión alcanza las 100 horas.

- El anegamiento durante la etapa de crecimiento del maíz, afecta el desarrollo normal de la altura de plantas, área foliar y tamaño de mazorcas. El efecto de la inundación en la etapa de polinización se manifiesta en la formación, distribución y número de granos en las mazorcas.

- Los efectos del anegamiento sobre el crecimiento y producción del maíz son más drásticas en suelos pesados que en suelos livianos.

- Considerando los daños en la producción de grano, la oportunidad de mecanización y la relación entre el beneficio económico del drenaje y los costos del mismo, se recomienda adoptar 24 horas como tiempo de drenaje para el maíz, pero se sugiere utilizar para el diseño de colectores la información de la curva de daños a fin de possibilitar el estudio de diferentes alternativas económicas.

- En relación al efecto de la inundación sobre el pasto Brachiaria, se encontró que éste es relativamente tolerante a períodos largos de anegamiento; se recomienda adoptar 12 días como máximo tiempo de drenaje, teniendo en cuenta que para un lapso de tiempo igual en condiciones de sumersión, el cultivo no experimenta una disminución significativa en su rendimiento. Se sugiere experimentar con tiempos de inundación mayores e introduciendo la variable del pastoreo.

www.bdigital.ula.ve

## LITERATURA CITADA

- Alran, Bernard. 1974. Estudio Preliminar de Drenaje Superficial en la zona de Turén. Oficina Edafológica de Occidente, MOP. Guanare, Venezuela. 238 p.
- Cabrera, Samuel. 1976. Rendimientos obtenidos en Maíz mediante el Sistema de Siembra en Bancales en parcelas de suelos pesados con problemas de mal drenaje. En Separata de trabajos FOREMAIZ, 1976. Primer Simposio Inter-Institucional sobre Maíz y Sorgo, Maracay, Venezuela.
- Comerma, Juan A. 1978. Manejo de Suelos Pesados. CIDIAT, Mérida, Venezuela 51 p.
- De Febres, Zoraida. 1963. Las Gramíneas del Distrito Federal. Instituto Botánico, Caracas, Venezuela.
- De León, Alfredo. 1976. Evaluación de un Sistema de Drenaje Superficial en los Llanos Occidentales de Venezuela. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 140 p.
- EDES. 1969. Sistema de Riego Santo Domingo; Proyecto General. Ministerio de Obras Públicas. Caracas, Venezuela. p. 143.
- Edminster T.W. 1967. Drenaje en las zonas húmedas. p. 410-438. En James N. Luthin 1967. Drenaje de Tierras Agrícolas. Ed. Limus Wiley S.A. México.
- FOREMAIZ. 1972. Resultados Técnicos Económicos de la Investigación Operacional sobre treinta y siete (37) explotaciones de maíz en el sector empresarial del Estado Portuguesa. Araure-Venezuela.
- Guilarte, Tito., y E. Martínez. 1971. Ensayo sobre Manejo de Suelos con fines de Drenaje para el cultivo de Maíz en el Sistema de Riego Río Boconó Ministerio de Obras Públicas, Guanare, Venezuela. 18 p.
- Grassi, Carlos. 1966. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseños de proyectos. Críticos y procedimientos. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 96 p.
- Grassi, Carlos. 1979. Manual de Drenaje Agrícola. CIDIAT, Mérida, Venezuela 197 p.
- Hiler, E.A., N.R. Clark and L.T. Glass. 1971. Effects of Water-table height on Soil aeration and crop response. Transaction of the ASAE.
- Nikolasky, Y.N. 1977. The dependence of irrigation requirements on water-table depth in drained lands. Agricultural Water Management, Vol 1, N 2. Amsterdam.
- Norero, Aldo. 1966. La Evapotranspiración de los Cultivos. Aspectos Agrofísicos. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 96 p.

Norero, Aldo. 1976. Evaporación y Transpiración. CIDIAT, Mérida, Venezuela  
60 p.

Miller, Raymond W., Evaristo Martínez, A. Bustillos, A. Gonzalez y T.  
Guilarte. 1971. Estudios de Maíz en los Llanos Venezolanos. CIDIAT,  
Mérida, Venezuela. 113 p.

Rojas Eybar. 1978. La Producción Agrícola en Suelos Anegados. CIDIAT, Mérida  
Venezuela. 35 p.

Rojas Eybar. 1977. Relaciones Hídricas de las Plantas. CIDIAT, Mérida, Vene  
zuela. 92 p.

Rojas Rafael. 1976. Simuladores de lluvia. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 23 p.

Rojas Rafael. 1976. Drenaje Superficial de Tierras Agrícolas. CIDIAT, Mérida  
Venezuela. 105 p.

Rojas Rafael. 1979. Hidrología de Tierras Agrícolas. CIDIAT, Mérida, Vene  
zuela. 96 p.

Ramia, Mauricio. 1974. Plantas de las Sabanas Llaneras. Monte Avila. Ed.  
Caracas, Venezuela.

Sullivan, Charles. and J.D. Eastin. 1974. Plant physiological responses to  
water stress. Agricultural Meteorology, Vol. 14, p 113-125.

Staver, Charles P. 1980. El Sistema de Drenaje Artificial - Vialidad en el  
Area Guanare-Masparro. Su posible Impacto en el Sector Agrícola y algu  
nas alternativas. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 76 p.

Van't Woud. Beseel y Robert Hagan. 1967. Respuesta de los cultivos a nive  
les excesivamente elevados de humedad en el suelo. p 571-646. En James  
N. Luthin, 1976. Drenaje de Tierras Agrícolas. Ed. Limusa Wiley S.A.  
México.

Wasseling, Jans. 1974. Crop Growth and wet soil. p 3-35. En Jan Van Shilf  
gaard (Ed). Drainage for Agriculture, 1974. American Society of  
Agronomy Inc., Madinson, Wisconsin, USA.

Williamson, R.E. and J. Carreker. 1970. Effect of water-table levels on eva  
potranspiration and crop yield. Transactions of the ASAE. p 168-176.

Williamson, R.E and G. Kriz. 1970. Responses of agricultural crops to floo  
ding, depth of water table and soil gaseous composition. Transaction of  
the ASAE, p 216-220.

**APENDICE A**

**TABLAS DE RESULTADOS**

**www.bdigital.ula.ve**

Tabla A.1. Altura en centímetros de las plantas de maíz en el suelo de banco, que fueron sometidos a inundación a los 26 días después de la siembra.

Edad del cultivo		25 días				35 días				40 días			
Trata- miento	horas de inunda- ción	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio
		1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0	0	14,3	20,0	16,1	16,8	30,1	39,4	31,8	33,8	56,2	51,1	52,3	53,2
1	12	18,3	16,5	16,5	17,1	34,6	29,4	29,5	31,2	53,8	34,0	40,6	42,8
2	24	16,2	15,3	14,4	15,3	25,3	24,3	25,8	25,1	40,0	34,8	35,3	36,7
3	48	14,5	18,0	15,2	15,9	17,8	23,3	19,5	20,2	31,2	35,0	27,7	32,3
4	72	17,7	16,5	15,3	16,5	18,1	17,5	17,2	17,6	26,7	27,0	25,9	26,5
Edad del cultivo		50 días				60 días				75 días			
Trata- miento	horas de inunda- ción	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio
		1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0	0	108,4	97,6	89,5	98,5	182,0	180,5	166,8	176,4	206,2	203,9	200,7	203,6
1	12	103,1	82,0	79,4	88,2	182,4	145,1	140,4	156,0	192,5	193,0	186,9	190,8
2	24	90,0	68,0	73,6	77,2	169,2	125,7	136,6	143,8	207,3	189,3	184,4	193,7
3	48	58,0	76,0	50,0	61,3	121,3	136,0	91,8	116,4	166,5	190,8	166,2	174,5
4	72	43,9	48,5	47,2	46,5	79,1	74,7	84,2	79,3	161,4	155,0	176,2	164,2

Tabla A.2. Altura en centímetros de las plantas de maíz en un suelo de bajío, que fueron sometidas a inundación a los 26 días después de la siembra.

Edad del cultivo		25 días				35 días				40 días			
Tratamiento	horas de inundación	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio
		1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0	0	29,1	14,5	17,4	20,3	55,0	34,2	50,4	46,5	76,7	51,8	88,5	72,3
1	12	18,5	16,3	(17,4)	17,4	37,6	28,4	(38,5)	34,8	65,7	43,8	(56,0)	55,2
2	24	20,4	16,0	(18,2)	18,2	29,4	28,7	(31,4)	29,8	36,3	37,1	(44,5)	39,3
3	48	18,7	16,1	19,8	18,2	24,8	27,0	24,7	25,5	29,9	35,8	33,9	33,2
4	72	19,2	17,4	15,8	17,5	24,6	20,6	23,2	22,8	27,8	26,1	31,5	28,5

Edad del cultivo		50 días				60 días				75 días			
Tratamiento	horas de inundación	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio	Bloques			Promedio
		1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0	0	157,3	105,7	160,8	141,3	225,2	161,2	212,3	209,5	251,2	217,8	225,6	231,5
1	12	126,9	103,5	(111,8)	114,1	188,4	155,4	(197,0)	180,3	213,0	218,4	(221,0)	217,5
2	24	95,2	64,1	(85,0)	81,6	160,1	147,2	(177,0)	161,4	215,1	195,2	(218,0)	209,4
3	48	61,8	66,4	61,7	63,3	141,6	119,8	136,4	132,6	186,2	183,2	213,5	194,3
4	72	41,5	40,1	57,0	46,2	114,6	79,8	95,1	96,5	140,7	167,3	174,0	160,7

Tabla A.3. Crecimiento relativo de plantas<sup>(1)</sup> de maíz en el suelo de banco, sometidas a diferentes períodos de inundación a los 26 días después de la siembra, calculados a partir de los datos de la tabla A.1.

Tratamiento	Horas de Inundación	Edad del Cultivo (días)					
		25	35	40	50	60	75
0	0	0,08	0,17	0,26	0,48	0,87	1,0 <sup>(*)</sup>
1	12	0,08	0,15	0,21	0,43	0,77	0,94
2	24	0,08	0,12	0,18	0,38	0,71	0,95
3	48	0,08	0,10	0,16	0,30	0,57	0,86
4	72	0,08	0,09	0,13	0,23	0,39	0,81

88

(1) Todos los valores se presentan con relación a la altura alcanzada a los 75 días por las plantas de maíz no sometidas a inundación

(\*) Altura máxima relativa

Tabla A.4. Crecimiento relativo de plantas (1) de maíz en el suelo de bajío, sometidos a diferentes períodos de inundación a los 26 días después de la siembra, calculados a partir de los datos de la tabla A.2.

Tratamiento	Horas de Inundación	Edad del cultivo					
		25	35	40	50	60	75
0	0	0,09	0,20	0,31	0,61	0,90	1,0*
1	12	0,08	0,15	0,24	0,49	0,78	0,94
2	24	0,08	0,13	0,17	0,35	0,70	0,90
3	48	0,08	0,11	0,14	0,27	0,57	0,84
4	72	0,08	0,10	0,12	0,20	0,42	0,69

(1) Todos los valores se presentan con relación a la altura alcanzada a los 75 días por las plantas de maíz no sometidas a inundación.

(\*) Altura máxima relativa

**Tabla A.5. Índices de área foliar del maíz en el suelo de banco, sometido a diferentes tratamientos de inundación a los 26 días después de la siembra.**

Tratamiento	Horas de inundación	40 días de edad					60 días de edad				
		Bloques			Promedio $\bar{x}$	Bloques			Promedio $\bar{x}$		
		1	2	3		1	2	3			
0	0	2,09	3,53	2,90	2,84	5,09	5,54	5,23	5,29		
1	12	2,69	2,25	2,49	2,48	4,80	4,97	4,43	4,73		
2	24	2,66	1,73	2,11	2,17	4,27	3,46	3,86	3,86		
3	48	1,27	1,99	0,82	1,36	2,36	2,66	2,91	2,64		
4	72	0,38	0,56	0,36	0,43	1,65	1,65	2,05	1,78		

Tabla A.6. Índices de área foliar del maíz en el suelo de bajío, sometido a diferentes tratamientos de inundación a los 26 días después de la siembra.

Tratamiento	Horas de inundación	40 días de edad					60 días de edad				
		Bloques			Promedio $\bar{x}$	Bloques			Promedio $\bar{x}$		
		1	2	3		1	2	3			
0	0	3,16	2,97	3,03	3,05	6,08	5,53	5,64	5,75		
1	12	2,27	2,65	(2,30)	2,41	4,87	4,70	(4,90)	4,82		
2	24	1,82	1,73	(1,70)	1,75	4,31	3,68	(4,10)	4,03		
3	48	1,13	0,69	1,06	0,96	3,01	2,49	2,81	2,77		
4	72	0,41	0,25	0,42	0,36	1,47	1,29	2,07	1,61		

16

Tabla A.7. Producción de granos (kg/Ha) del maíz expresada al 15% de humedad, en el suelo de banco, sometido a diferentes tratamientos de inundación.

Tratamiento	Horas de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
Inundación a los 26 días					
0	0	7189	6685	5348	6407
1	12	6769	6464	5152	6128
2	24	6740	5020	5098	5619
3	48	5252	3936	4064	4417
4	72	2155	2216	1571	1980
Inundación a los 60 días					
5	24	5776	4169	4108	4684
6	48	3228	2163	1708	2366
7	72	2153	1871	1186	1736
8	100	1447	1408	1127	1327

Tabla A.8. Producción de granos (kg/ha) del maíz expresada al 15% de humedad, en el suelo de bajío, sometido a diferentes tratamientos de inundación.

Tratamiento	Horas de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
Inundación a los 26 días					
0	0	6755	6409	6047	6404
1	12	6316	4967	(5811)	5721
2	24	6142	4006	(5318)	5155
3	48	5214	2573	4017	3934
4	72	1169	1552	1481	1400
Inundación a los 60 días					
5	24	3908	4257	(4375)	4270
6	48	2892	2488	2806	2729
7	72	2343	984	1786	1704

Tabla A.9. Pérdidas en producción del maíz<sup>(1)</sup> de el suelo de banco sometido a diferentes períodos de inundación, a los 26 días después de la siembra.

Tratamiento	Horas de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
0	0	0,0	0,00	0,00	0,00
1	12	5,84	3,31	3,66	4,27
2	24	6,25	24,90	4,67	11,94
3	48	26,94	41,12	24,01	30,69
4	72	70,02	66,85	70,62	69,16

(1) Expresadas en % con relación a la producción obtenida sin inundación

Tabla A.10. Pérdidas en producción del maíz<sup>(1)</sup> en un suelo de banco sometido a diferentes períodos de inundación, a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Horas de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
0	0	0,00	0,0	0,00	0,00
5	24	19,66	37,63	23,19	26,83
6	48	55,10	67,64	68,06	63,60
7	72	70,05	72,01	77,82	73,29
8	100	79,87	78,94	78,92	79,24

(1) Expresadas en % con relación a la producción obtenida sin inundación

Tabla A.11. Pérdidas de producción del maíz<sup>(1)</sup> en el suelo de bajío sometido a diferentes períodos de inundación a los 26 días después de la siembra.

Tratamiento	Horas de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	12	6,50	22,50	(2,75)	10,58
2	24	9,07	37,50	(12,0)	19,54
3	48	22,81	59,86	37,57	40,08
4	72	82,70	75,78	75,50	77,99

(1) Expresadas en % con relación a la producción obtenida sin inundación

Tabla A.12. Pérdidas de producción del maíz<sup>(1)</sup> en el suelo de bajío sometido a diferentes períodos de inundación a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Horas de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	24	42,14	29,36	(31,68)	34,39
6	48	57,19	61,18	53,59	57,32
7	72	65,32	84,66	70,46	73,55

(1) Expresadas en % con relación a la producción obtenida sin inundación

Tabla A.13. Población de plantas por hectárea del maíz del suelo de banco.  
 Los tratamientos 1 a 4 y 5-8 se realizaron respectivamente a los 26 días y 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Horas de inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
0	0	51852	53606	53672	53043
1	12	53672	56854	51852	54036
2	24	53672	53672	55556	54300
3	48	50411	56513	55556	54160
4	72	53751	52823	51852	52749
5	24	53571	56513	51852	53879
6	48	51724	50505	51724	51318
7	72	52823	55556	55556	54645
8	100	53672	56497	51800	53989

Tabla A.14. Población de plantas por hectárea, del maíz en el suelo de banco. Los tratamientos 1 a 4 y 5 a 7 se realizaron respectivamente, a los 26 días y 60 días después de la siembra

Tratamiento	Horas de inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
0	0	55556	53535	53571	54221
1	12	51656	52682	(53559)	52632
2	24	55556	53535	(53559)	54216
3	48	53335	52730	53606	53223
4	72	51333	54581	54598	53504
5	24	55556	55556	(54597)	55236
6	48	55556	54630	51852	54012
7	72	55556	54581	54614	54917

Tabla A.15. Producción de materia seca ( $\text{gr/m}^2$ ) del pasto Brachiaria en el suelo de banco, inundado 15 días después del primer corte.

Tratamiento	Días de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
Registro a los 14 días <sup>(1)</sup>					
0	0	295,18	333,47	303,66	310,77
1	2	317,12	288,06	290,17	298,45
2	4	281,68	273,11	301,38	285,39
3	8	354,36	291,12	314,97	320,15
4	12	297,31	326,81	283,15	296,42
Registro a los 27 días					
0	0	965,10	574,36	811,50	780,65
1	2	657,99	737,90	752,67	716,19
2	4	808,10	650,52	989,81	816,14
3	8	800,12	813,57	718,93	777,54
4	12	737,12	692,64	769,15	741,97
Registro a los 41 días					
0	0	1337,08	1302,97	1229,10	1292,72
1	2	996,75	1000,40	1174,82	1057,32
2	4	941,05	1134,79	1478,63	1184,82
3	8	1027,90	967,11	1207,93	1067,65
4	12	1009,36	1164,65	1201,73	1125,25

(1) Los registros corresponden a días después del primer corte.

Tabla A.15. Producción de materia seca ( $\text{gr/m}^2$ ) del pasto Brachiaria en el suelo de bajío, inundado a los 15 días después del primer corte.

Tratamiento	Días de Inundación	Bloques			Promedio $\bar{x}$
		1	2	3	
Registro a los 14 días <sup>(1)</sup>					
0	0	297,95	261,90	245,41	268,42
1	2	263,94	309,25	294,55	298,28
2	4	275,60	248,26	235,35	353,07
3	8	291,87	237,49	246,59	259,65
4	12	274,62	187,53	251,73	237,96
Registro a los 27 días					
0	0	429,07	547,29	550,41	529,92
1	2	542,17	420,29	521,60	494,69
2	4	543,17	585,49	535,08	554,58
3	8	508,82	503,40	450,60	487,61
4	12	462,77	449,88	492,43	469,36
Registro a los 40 días					
0	0	619,17	714,45	749,31	718,31
1	2	743,18	750,98	731,15	741,33
2	4	738,69	686,82	732,67	719,39
3	8	701,25	671,02	698,11	690,10
4	12	682,40	709,84	660,45	684,23

(1) Los registros corresponden a días después del primer corte

**www.bdigital.ula.ve**

APENDICE B

TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA Y DIFERENCIA  
MINIMA SIGNIFICATIVA (DMS)

Tabla 8.1. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de altura de plantas de maíz consignados en la Tabla A.1.

Edad 25 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	6,3	1,57	0,55	--
Bloques	2	7,9	3,93	1,39	
Error	8	22,6	2,83		
Total	14	36,8			

Edad 25 días					
Tratamientos	4	573,2	143,3	15,74**	8,26 cm
Bloques	2	14,4	5,7	0,62	
Error	8	72,8	9,1		
Total	14	660,4			

Edad 40 días					
Tratamientos	4	1257,8	314,5	12,09**	13,97 cm
Bloques	2	81,3	40,7	1,56	
Error	8	208,1	26,0		
Total	14	1547,2			

\*\* Significativo al 1% de probabilidad

-- No significativo

Tabla B.1. Continuación.

Edad 50 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	5176,3	1294,1	14,00**	26,33 cm
Bloques	2	405,8	202,9	2,20	
Error	8	739,3	92,4		
Total	14	6321,4			

Edad 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	17035,3	4258,8	17,48**	42,75 cm
Bloques	2	1333,8	666,9	2,74	
Error	8	1948,8	243,6		
Total	14	20317,9			

Edad 75 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	2990,9	747,7	6,52*	29,34 cm
Bloques	2	46,2	23,1	0,20	
Error	8	917,8	114,7		
Total	14	3954,9			

Tabla 3.2. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de altura de plantas de maíz consignados en la Tabla A.2.

Edad 25 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	17,0	4,3	0,34	-
Bloques	2	68,2	34,1	2,68	
Error	6	76,4	12,7		
Total	12	161,6			
Edad 35 días					
Tratamientos	4	1052,3	263,1	8,38 **	16,96 cm
Bloques	2	128,3	64,2	2,04	
Error	6	188,4	31,4		
Total	12	1369,0			
Edad 40 días					
Tratamientos	4	3879,4	969,9	9,08 **	31.28 cm
Bloques	2	376,5	188,2	1.76	
Error	6	640,7	106,8		
Total	12	4896,6			

Tabla B.2. Continuación.

Edad 50 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	17722,0	4430,5	17,20**	48.58 cm
Bloques	2	1318,8	659,4	2,56	
Error	6	1545,6	257,6		
Total	12	20586,4			

Edad 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	22716,0	5679,0	14,04*	60.88 cm
Bloques	2	4280,1	2140,1	5,29*	
Error	6	2427,5	404,6		
Total	12	29423,6			

Edad 75 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	8796,3	2199,1	8,14*	49,76 cm
Bloques	2	508,4	254,2	0,94	
Error	6	1621,5	270,3		
Total	12	10926,2			

Tabla 6.3. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa para los datos de Índice Foliar consignados en la Tabla A.6.

Índice foliar a los 40 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	11,16	2,79	10,65**	1,40
Bloques	2	0,20	0,10	0,38	
Error	8	2,10	0,26		
Total	14	13,46			
Índice foliar a los 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	25,18	6,30	60,32**	0,87
Bloques	2	0,01	0,005	0,05	
Error	8	0,84	0,10		
Total	14	26,03			

Tabla B.4. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los registros de Índice Foliar consignados en la Tabla A.7.

Índice Foliar a los 40 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	14,03	3,51	95,30**	0,61
Bloques	2	0,03	0,01	0,34	
Error	6	0,22	0,04		
Total	12	14,28			

Índice Foliar a los 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	32,28	8,07	133,38**	0,74
Bloques	2	0,51	0,25	4,19	
Error	6	0,36	0,06		
Total	12	33,15			

**Tabla E.5.** Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de producción de maíz consignados en la Tabla A.7.

Tratamientos de inundación a los 26 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	39159628	9787907	44,97**	1278kg/ha
Bloques	2	4738586	2369293	10,88**	
Error	8	1741734	217717		
Total	14	45639948			
Tratamientos de inundación a los 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	56336882	14084221	82,36**	1133kg/ha
Bloques	2	4004508	2002254	11,71**	
Error	8	1368035	171004		
Total	14	61709425			

\*\* Significativo al 1% de probabilidad

Tabla 3.6. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de producción de maíz consignados en la Tabla A.8.

Tratamientos de inundación a los 26 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	46403570	11600893	20,55**	2274kg/ha
Bloques	2	3712533	1856267	3,29	
Error	6	3387854	564642		
Total	12	53503957			

Tratamientos de inundación a los 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor F	DMS
Tratamientos	3	37612129	12537376	52,15**	1614kg/ha
Bloques	2	280733	140366	0,58	
Error	5	1202083	240417		
Total	10	39094945			

Tabla B.7. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de población de plantas consignados en la Tablas A.11 y A.12.

Tratamientos de inundación a los 26 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado-Medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	6035260	1508815	0,42	
Bloques	2	10052030	5026015	1,39	
Error	8	28866210	3608276		
Total	14	44953500			

Tratamientos de inundación a los 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado-Medio	Factor F	DMS
Tratamientos	4	20087340	5021835	1,96	
Bloques	2	9848670	4924335	1,92	
Error	8	20546630	2568329		
Total	14	50482640			

Tabla E.8. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de población de plantas consignados en la Tablas A.13 y A.14.

Tratamientos de inundación a los 26 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	5533520	1383380	0,58	--
Bloques	2	574070	187035	0,08	
Error	6	14278970	2379828		
Total	12	20386560			

Tratamientos de inundación a los 60 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	3	3143070	1047690	1,19	--
Bloques	2	7218830	3609415	4,09	
Error	5	4415030	883006		
Total	10	14776930			

Tabla B.9. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de materia seca de pastos Brachiaria consignados en la Tabla A.15.

14 días después del corte					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	2176,95	544,24	0,86	--
Bloques	2	108,36	59,18	0,09	
Error	8	5068,14	633,52		
Total	14	7353,45			
27 días después del corte					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	17759,43	4439,86	0,33	
Bloques	2	40842,27	20421,14	1,53	
Error	8	106928,56	13366,07		
Total	14	165530,26			
41 días después del corte					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%
Tratamientos	4	109769,19	27442,30	1,77	--
Bloques	2	103246,04	51623,02	3,33	
Error	8	124012,15	15501,52		
Total	14	337027,38			

Tabla B.10. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa de los datos de materia seca de pasto Brachiaria consignados en la tabla A.16.

14 días después del corte						
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%	
Tratamientos	4	4358,79	1089,70	1,39		
Bloques	2	2884,15	1442,07	1,85		
Error	8	6250,78	781,35			
Total	14	13493,72				

27 días después del corte						
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%	
Tratamientos	4	14430,30	3607,57	1,94	--	
Bloques	2	249,07	124,54	0,07		
Error	8	14905,89	1863,24			
Total	14	29585,26				

40 días después del corte						
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Factor F	DMS al 1%	
Tratamientos	4	6668,20	1667,05	2,59	--	
Bloques	2	151,30	75,65	0,12		
Error	8	5147,67	643,46			
Total	14	11967,17				

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

APENDICE C

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS

DE LOS SUELOS

Suelo I

Fecha de descripción: Marzo 27 de 1980

Describió: Dimas Malagón C.

Experimento: maíz

Subpaisaje: banco

Paisaje: llanura aluvial antigua del Río Santo Domingo

Región Fisiográfica: Llanos Occidentales (170 m.s.n.m.)

Relieve: plano con pendiente de 0 a 1%

Material de Origen: Sedimentos aluviales gruesos, medios y finos

Taxonomía: Tropacualf aérico, arcilloso fino

Drenaje: externo, lento; interno, lento a muy lento; natural, pobremente drenado.

Nivel freático: 2,15-2,40 m al final de la época seca

Profundidad efectiva radicular: 100-120 cm en la época seca y 30 a 40 cm en la época húmeda. El limitante principal es el hidromorfismo superficial y de profundidad.

Descripción del perfil

Profundidad (cms)  
horizontes

0-25	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR <sup>3½</sup> , h) y gris (10YR <sup>5·5½</sup> , s)
Ap	Franco a franco arcilloso limoso; bloques subangulares, moderados, medios y finos, ligeramente dura a dura, friable, ligeramente pegajosa-pegajosa y ligeramente plástica-plástica; raíces abundantes, finas y algunas parcialmente po-

Profundidad (cms) horizontes	Características
	dridas; abundantes macroorganismos. Poros abundantes, <u>con</u> tinuos, finos y muy finos (algunos medianos), inped; abundantes canales radiculares con algunas manchas pardo rojizas, no hay reacción al HCl, límite claro y ligeramente <u>on</u> dulado, pH: 6,1.
25-38 E	Gris claro (10YR <sup>6·5</sup> / <sub>1</sub> , s), pardo grisáceo oscuro (10YR <sup>4</sup> / <sub>2</sub> , h) y pardo oscuro a pardo (5YR <sup>4</sup> / <sub>2</sub> , m), con moteados (5%), <u>poc</u> s pequeños, claros-difusos y poco contrastados de color rojo amarillento (5YR <sup>5</sup> / <sub>7</sub> , s), franco, bloques angulares, <u>mod</u> erados, medios y finos; friable, ligeramente plástico-plás <u>tico</u> y ligeramente pegajoso; poros frecuentes a muchos ( <u>abun</u> dantes), finos, muy finos, continuos, inped; raíces regulares y finas, en algunos canales radiculares se presentan <u>cu</u> tanes, al igual que sobre algunas superficies de agregados, de color pardo grisáceo muy oscuro (10YR <sup>3</sup> / <sub>2</sub> , h). Límite cl <u>aro</u> y plano ligeramente ondulado, pH: 6,0.
38-49 Eg	Gris claro (10YR <sup>7</sup> / <sub>1</sub> , s) y pardo grisáceo oscuro (10YR <sup>4</sup> / <sub>2</sub> , h) con moteados: <u>poc</u> s (5-7% pequeños, claros-difusos y poco contrastados de color amarillo pardusco (10YR <sup>6</sup> / <sub>8</sub> , s), franco arcilloso-franco; prismas moderados y medios, firmes a <u>fria</u> bles y ligeramente pegajosos y plásticos. Poros frecuentes, finos y muy finos, continuos, inped. Cutanes sobre algunas superficies de agregados y en algunos canales radiculares ( <u>poc</u> s, delgados, arcillosos) de color pardo grisáceo muy

Profundidad (cms) horizontes	
	oscuro (10YR <sup>3</sup> / <sub>2</sub> , h). Raíces regulares y finas, parcialmen- te podridas, presencia de pocos micronódulos de hierro y pedotúbulos, presencia de mica; macroorganismos regulares, límite claro y ligeramente ondulado plano, pH: 6,0.
49-56 Bt <sub>1</sub>	Pardo a pardo grisáceo-gris claro (10YR <sup>5</sup> / <sub>2.5</sub> , h) y pardo grisáceo claro (10YR <sup>7</sup> / <sub>1</sub> , s) con moteados (10%) pocos a <u>re</u> gulares, medianos, claros-difusos y poco contrastados de color pardo amarillento (10YR <sup>5</sup> / <sub>6</sub> , h). Franco arcilloso- <u>ar</u> cilloso, prismas moderados y medios; firme, pegajosa y <u>plás</u> tica; poros frecuentes, finos y muy finos, continuos, exped. Cutanes pocos-regulares, moderadamente espesos, en canales radiculares y superficiales de agregados, verticales y algu- nos horizontes, en algunas superficies de agregados y en al- gunos canales parece haber traslocación mecánica de limos. Presencia de micas, pedotúbulos, raíces regulares y <u>parcial</u> mente podridas, límite claro y ligeramente ondulado, pH: 5,7.
56-87 Bt <sub>2</sub>	Matriz pardo grisácea oscura (2.5Y <sup>4</sup> / <sub>2</sub> , h) y gris clara (2.5Y <sup>6.5</sup> / <sub>0</sub> , s) con moteados (40%) abundantes, medianos, cla- ros y contrastados de color pardo amarillento (10YR <sup>5</sup> / <sub>6</sub> , h). Franco arcilloso-arcilloso, prismas fuertes, medianos y grue- sos, firme, plástica y pegajosa. Cutanes abundantes, grue- sos, superficies de agregados, en canales radiculares y en caras verticales y horizontales, de color gris oscuro, muy oscuro (10YR <sup>3.5</sup> / <sub>1</sub> , h) y gris-gris oscuro (10YR <sup>4.5</sup> / <sub>1</sub> , s). Po-

Profundidad (cms)  
horizontes

rosidad exped; raíces finas y aplanas, parcialmente podridas. Presencia de pedotúbulos, abundante mica y macroorganismos regulares. Límite claro y ondulado, pH: 5,9

87-136

Matriz pardo grisáceo ( $2.5Y^5/2$ , h) y gris pardusco clara ( $2.5Y^6/2$ , s) con moteados (35%), abundantes, medianos, claros y contrastados, amarillo-rojizos ( $7.5Y^6/8$ , h) y (canales, superficies de peds) gris oscuros ( $10YR^4/1$ , h). Arcillo-limoso; bloques y prismas moderados a débiles y gruesos; firmes, pegajosos-muy pegajosos y plásticos. Cutanes abundantes, espesos, arcillosos, en superficies verticales y en canales radiculares, pocos en superficies horizontales. Poros frecuentes y muchos, finos y muy finos, continuos, imped. Raíces pocas a nulas y muy finas. No hay reacción al HC1, abundante mica blanca, presencia de pedotúbulos y antiguos canales radiculares, pH cercano a 7 (colorimétrico).

136-256  
(Secuencias de  
capas Cg)

Mediante observaciones con barreno se constató la sujeción de capas húmedas-mojadas, aluviales e hidromórficas. Entre 120-170 cm; arcillo arenoso, amarillento y moteados grisáceos, abundante mica blanca, entre más se aproxima a 170 (140-170) aumenta la dominancia de arenas y de mica. Entre 170-190 cms, se presenta otra alternancia a materiales arcillosos a arcillo arenosos y amarillentos. Entre 190 y 215 cms continúan capas con mezclas arcillo-arenosas en cantidades variables, moteados rojizos-amarillentos y matrices

**Profundidad (cms)**  
**horizontes**

grises; inferior a 215 y hasta 240 cms, se presenta un material arenoso grueso con moteados pardo rojizos, matrices grisáceas y muy abundante mica blanca.

**Observaciones de Campo**

**A. Doble Hidromorfismo**

a) de superficie estacional, que genera un horizonte Eg, en la zona de contacto con capas más finas y

b) uno de profundidad, relacionado con fluctuaciones, permanencia y características de la napa freática (más profunda de 120 cms, al momento de la descripción)

1. Los procesos genéticos fundamentalmente se caracterizan por:

B. Translocación arcillosa: Pronunciada y bien definida

2. Los procesos genéticos definen algunas características de manejo en estos suelos, por ejemplo:

a) dos aspectos de drenaje: superficial y profundo

b) limitaciones de desarrollo radicular, en épocas de lluvias, no superiores a 25 cms.

3. La presencia de abundantes micas y minerales en vía de alteración indica un grado de evolución mineralógica intermedia.

## Suelo II

Fecha de descripción: febrero 8 de 1980

Describió: Rubén Garavito N.

Experimento: Pasto Brachiaria

Subpaisaje: banco

Paisaje: Llanura aluvial antigua del Río Santo Domingo

Región Fisiográfica: Llanos Altos Occidentales (170 m.s.n.m.)

Relieve: Plano con pendiente de 0 a 1%

Material de origen: sedimentos aluviales medios

Taxonomía: Haplustalf óxico

Drenaje: interno, lento; externo, medio; natural, imperfectamente drenado.

Nivel freático: no se observó en la época de la descripción

Profundidad efectiva radicular: 104 cm.

#### Descripción del Perfil

#### Características

Profundidad (cms)  
y horizontes

0-18	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR <sup>3</sup> /2, h). Franco arcillo arenoso; bloques subangulares, débiles, medios y finos; duro, ligeramente plástico y ligeramente pegajoso; raíces abundantes y finas; escasos macroorganismos, poros abundantes, finos y muy finos imped; límite gradual y plano, pH: 5,6
------	---

Profundidad (cms)  
y horizontes

10-44 Bt	Pardo ( $7.5YR^5/4$ , s); pardo oscuro ( $7.5YR^3/2$ , h); franco arcilloso; prismas medios débiles; duro, pegajoso y plástico; cutanes abundantes en los poros y caras de los ped.; poros abundantes, medios y finos; actividad de macroorganismos escasa; raíces escasas y finas; límite claro y plano; pH: 5,4
44-70 Bt2	Pardo amarillento claro o amarillo pardusco ( $10YR^6/5$ , s) pardo amarillento oscuro ( $10YR^4/4$ , h); franco arcilloso; prismas débiles, medios y finos; duro pegajoso y plástico; cutanes abundantes en las caras de los ped.; poros pocos y finos; actividad de macroorganismos escasa; raíces escasas y finas; límite gradual y plano; pH: 5,7
70-104 Bt3	Pardo amarillento claro a amarillo parduzco ( $10YR^6/5$ , s); pardo amarillento oscuro ( $10YR^4/4$ , h); franco arcilloso; prismas débiles medios y gruesos; firme, ligeramente pegajoso y plástico; cutanes escasos en las caras de los ped.; poros pocos y finos; no hay actividad de macroorganismos; no hay raíces; límite: claro y ondulado; pH: 6,1
104-128 BC	Franco; prismas muy débiles, gruesos; friable a firme, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; pocos poros y finos; no hay actividad de macroorganismos; no hay raíces; límite gradual y plano; pH: 6,6

Profundidad (cms)  
y horizontes

128-X            Franco arenoso fino; sin estructura; friable; ligeramente pegajoso y no plástico; no hay actividad de macroorganismos; no hay raíces; pH: 6,8  
C

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

## Suelo III

Fecha de descripción: marzo 27 de 1980

Describió: Dimas Malagón C.

Experimentos: maíz y pasto Brachiaria

Subpaisaje: bajío

Paisaje: Llanura aluvial antigua del Río Santo Domingo

Región Fisiográfica: Llanos Altos Occidentales (170 m.s.n.m.)

Relieve: Plano cóncavo con pendientes de 0 a 1%

Material de origen: sedimentos aluviales medios y finos en la superficie y finos a profundidad

Taxonomía: Pelustert entico, arcilloso muy fino; isohipertérmico

Drenaje: externo, lento a muy lento; interno, muy lento, natural, por brevemente drenado

Nivel freático: 180 cm al final de la época seca

Profundidad efectiva radicular: 40 cm en época lluviosa; en época seca las raíces de algunas plantas temporales pueden profundizar más; no obstante el ciclo de ellas ser corto para no quedar sometidas a los fenómenos de expansión-contracción e hidromorfismo.

#### Descripción del Perfil

Profundidad (cms)  
horizontes

Característica

0-25 Pardo amarillento claro ( $2.7Y\frac{1}{2}$ , s) y pardo grisáceo muy oscuro ( $2.5Y\frac{3}{2}$ , h). Franco arcilloso a franco arcillo limoso, bloques subangulares débiles-moderados, medios y finos.

Profundidad (cms)  
y horizontes

Firme, dura-muy dura, pegajosa y plástica. Poros frecuentes, finos, continuos y exped; raíces pocas y finas; límite abrupto y plano por mecanización. No hay reacción al HC1, pH:

- 25-70                   Gris claro ( $10YR^{5.5}/_1$ , s), con moteados (30%) abundantes, m  
e  
dios, claros y contrastados de color rojo amarillento  
( $5YR^4/_8$ , h) ubicados en poros, canales y superficies de ped.  
Arcilloso; prísmas y bloques angulares, moderados a ligeros,  
gruesos; firme, pegajoso y plástico. Poros frecuente, fi-  
nos y muy finos, continuos, imped. Evidencia de lustre so-  
bre superficies estructurales, canales radiculares frecuen-  
tes y medianos, no obstante las raíces son pocas y finas, ma  
croorganismo pocos-regulares, límite claro y gradual y lige  
ramente ondulado. No hay reacción al HC1. pH:  
  
70-160                  Gris oscuro ( $19YR^4/_1$ , s) y negro ( $19YR^2/_1$ , h); arcilloso;  
bloques angulares moderados y muy gruesos, firme, muy dura,  
muy pegajosa y muy plástica, formas estructurales de cuñas  
con orientación cerca a  $45^\circ$  y sub-estratificaciones a  $30^\circ$   
del plano del lustre principal, lustre muy abundante de co-  
lor gris oscuro ( $10YR^2/_1$ , s) y espesor cerca a 1 mm. Se pre-  
sentaron grietas continuas hasta la superficie de Ap de 120  
cm de profundidad y de 0.5-1 cm de espesor (máximo 2 cm)  
conformando un patrón rectangular; con 20 cm de anchura; pre-  
sencia (bajos porcentajes) de microcántos de granitos alte-

**Profundidad (cms)  
y horizontes**

- rados o areniscas de grano mediano y de micronódulos de hierro; no hay evidencias de macroorganismos ni de raíces, no obstante presentarse algunos canales radiculares finos; no hay reacción al CH<sub>1</sub>, límite claro-gradual y ligeramente ondulado, pH:
- 160-200  
2Cg Color verde muy claro y gris claro (5Y<sup>7</sup>/<sub>1</sub>, s) y (5Y<sup>6.5</sup>/<sub>1</sub> h) gris claro, con moteados abundantes (25%), medianos, claros-abruptos y contrastados de color pardo amarillento (10YR<sup>5</sup>/<sub>7</sub>, h) y amarillo-rojizo (7.5YR<sup>6</sup>/<sub>8</sub>, s); se presentan también recubrimientos arcillosos de superficies estructurales y en canales radiculares provenientes del horizonte 2C y de color gris (2.5Y<sup>5</sup>/<sub>0</sub>, s); arcilloso-arcillo-limoso; bloques angulares moderados y gruesos; firme, muy dura-extremadamente dura, pegajosa y plástica; poros regulares (frecuentes), finos, continuos, imped, conformados fundamentalmente por canales radiculares finos. Presencia de micas y pedotúbulos; evidencia de canales radiculares pero no de raicillas; no hay reacción al HC<sub>1</sub>; pH:
- 200-240 Mezcla de diferentes capas aluviales, predominando arena gruesa, fuertemente moteada y con matrices grises y verdes.

Observaciones de Campo

1. Aparentemente se presume limo-loes en los primeros 5 cm conformando una capa inestable estructuralmente y fácilmente pulverizable, posteriormente se presenta una zona arcillosa y fuertemente moteada, hidromorfismo de superficie hasta los 50 cm, profundidad a la cual se presenta un Vertisol de alto grado de desarollo con todas las evidencias evolutivas que le son propias (lustre, grietas, cuñas estructurales rotadas a 45°, abundancia arcillosa, etc) zonas más profundas muestran alternancia de capas arcillosas y arenosas, alto hidromorfismo (de profundidad) y abundancia de micas. El microrelieve Gilgai mo se observa debido a prácticas de mecanización en la zona.

2. Suelo con requerimientos dobles de drenaje: superficial (50 cm) y profundo (140 cm), apto para cultivos de raíces superficiales y de difícil manejo, en el cual los fenómenos de expansión-contracción son muy importantes de considerar.

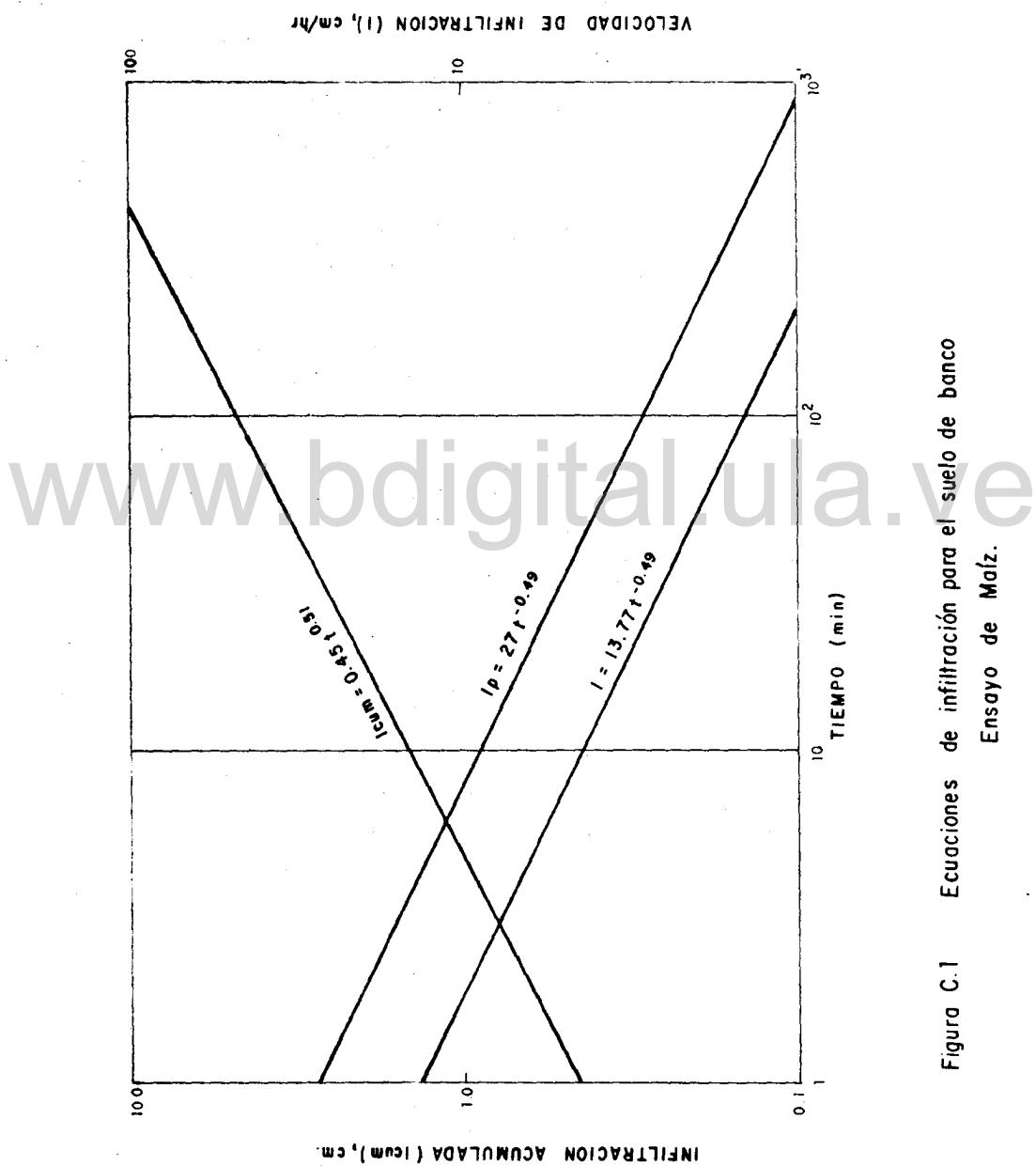


Figura C.1 Ecuaciones de infiltración para el suelo de banco  
Ensayo de Maíz.

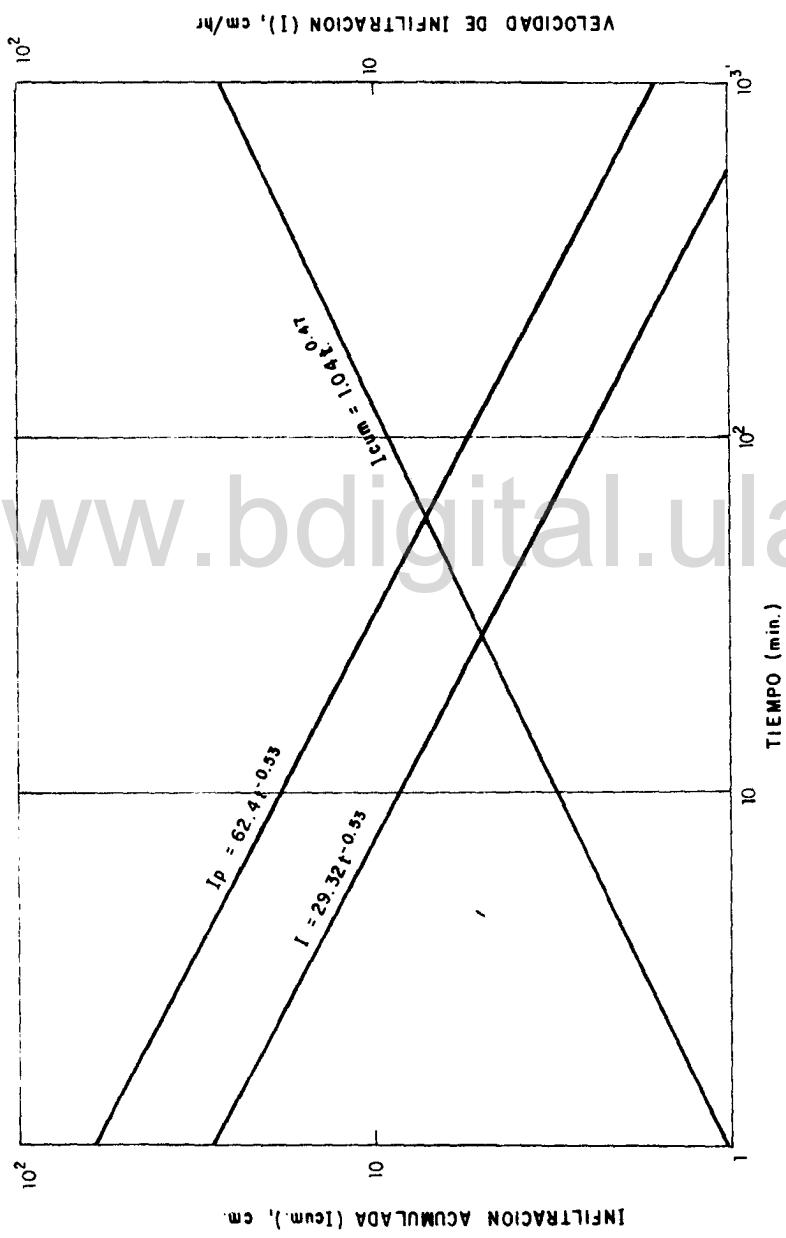


Figura C 2 Ecuaciones de infiltración para el suelo de banco  
Ensayo de Pasto Brachiaria

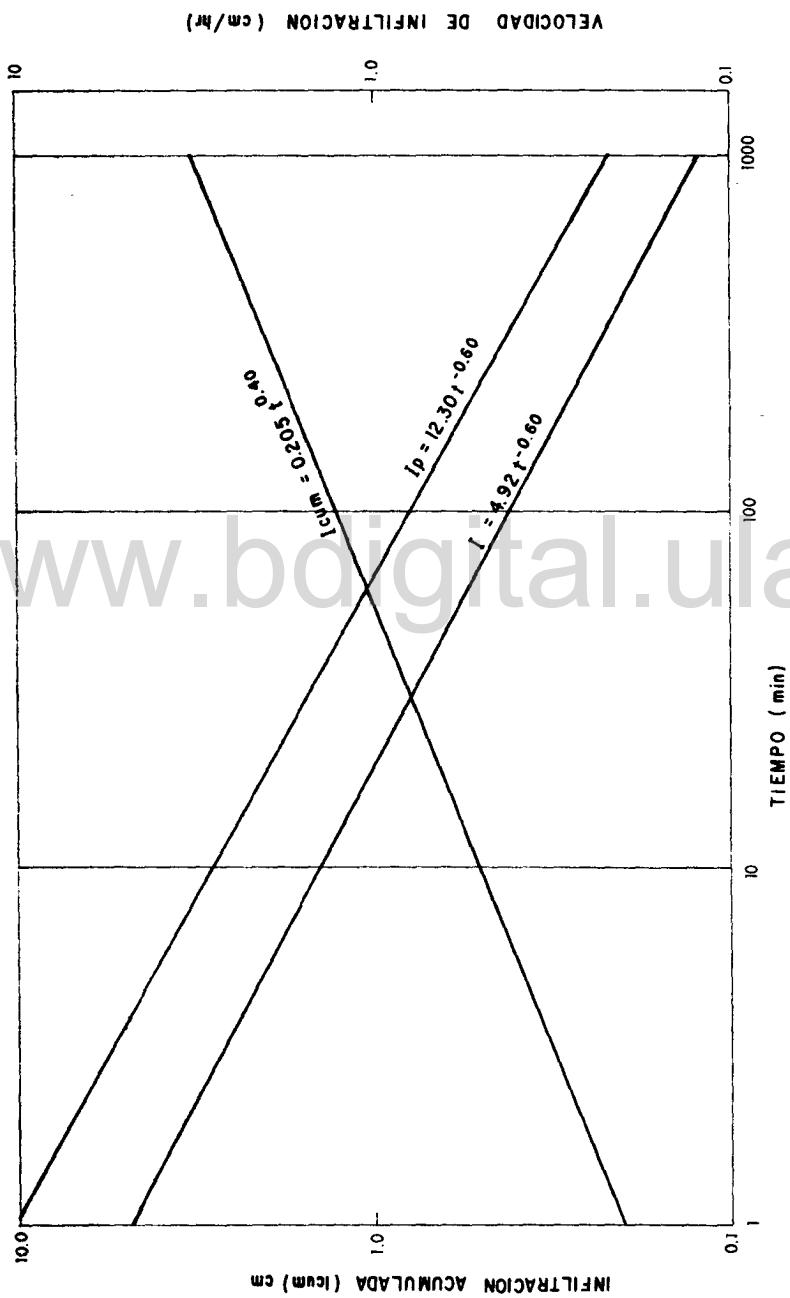
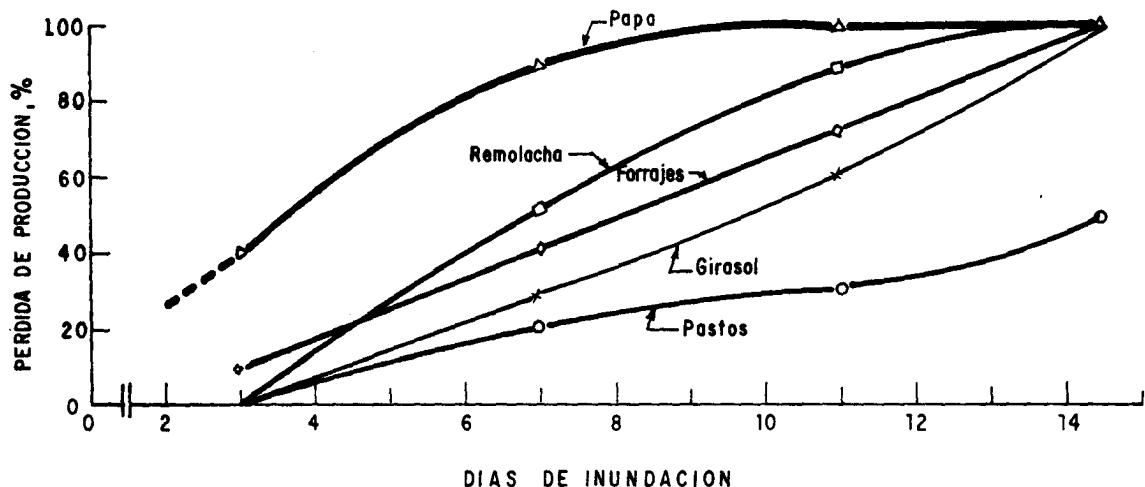


Figura C.3 Ecuaciones de infiltración en el suelo de bajío.  
Ensayos de Maíz y Pasto Brachiaria.

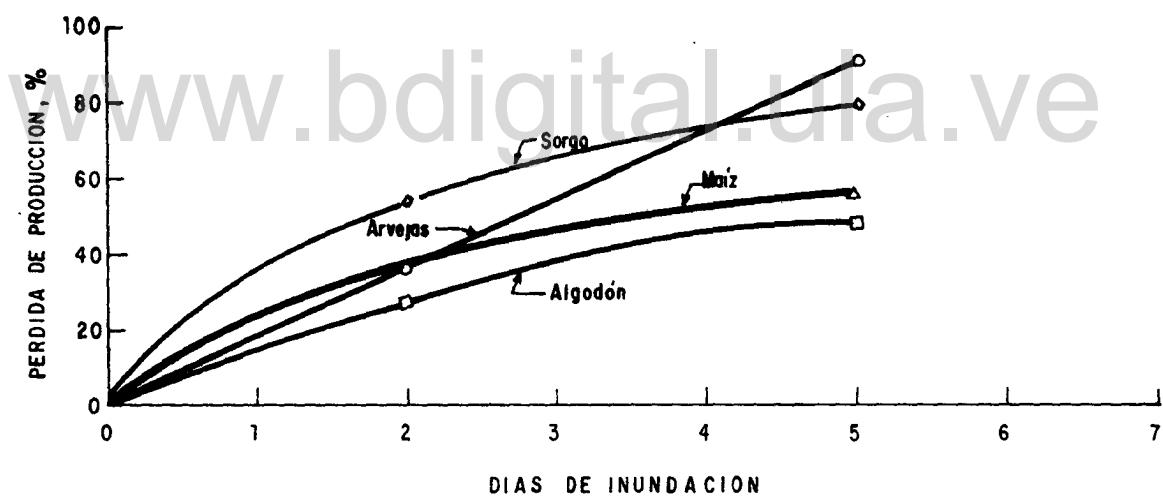
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

APÉNDICE D

MATERIALES DE APOYO



(Datos de Hungría, Salamín, Junio - 1966)



(Datos de Howell y Hiler ,1974)

**Figura D.1.- Influencia del periodo de inundación sobre la producción de varios cultivos (Tomado de Rojas, 1980)**

Tabla D.1. Daños sufridos por diferentes cultivos (en % de la producción sin sumersión) debidas a diferentes períodos de sumersión y en diferentes meses del año, según Salamín (1961), citado por Rojas (1976)

MES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
Período de Sumersión **	3	7	11	15	3	7	11	15	3	5	11	15	3	5	11	15	3	5	11	15
Forrajeras Perennes	10	25	40	60	10	30	50	100	10	40	70	100	10	40	70	100	10	30	50	80
Pastos		10	20	30		15	30	50		20	30	50		20	30	50		10	20	30
Remolacha *	10	50	90	100	10	50	90	100	10	40	90	100	10	40	90	100	10	40	90	100
Papa	30	80	100	100	40	90	100	100	50	100	100	100	50	100	100	100	50	100	100	100
Girasol	10	20	40	80	10	39	60	100	10	40	60	100	10	40	60	80		10	30	50
Cañamo	20	40	60	100	20	50	75	100	10	40	60	80		30	50	70		10	20	
Cereales de Primavera	15	40	75	100	15	50	75	100	20	50	75	100			10	20				
Maíz	20	80	100	100	10	50	80	100	10	40	75	100		10	50	80		10	40	60

\* Remolacha azucarera y forrajera

\*\* Expresado en días

**Tabla D.2. Lluvias extremas y tiempo de retorno. Estación Barinas-Socony  
Edo. Barinas. 1953-1973.**

<b>Duración:</b> <b>Año</b>	<b>1 hora</b> <b>P (mm)</b>	<b>Duración: 24 horas</b>			<b>m</b>	$TR = \frac{n + 1}{m}$
		<b>Año</b>	<b>P (mm)</b>	<b>m</b>		
1963	80	1958	209	1		21,00
59	70	59	158	2		10,50
72	67	54	141	3		7,00
57	62	63	112	4		5,25
65	61	65	112	5		4,20
58	60	55	104	6		3,50
61	60	53	98	7		3,00
62	59	64	91	8		2,62
54	59	73	90	9		2,33
55	57	56	87	10		2,10
56	52	60	85	11		1,91
71	51	72	83	12		1,75
64	50	62	81	13		1,62
70	50	61	79	14		1,50
60	50	62	77	15		1,40
73	47	70	75	16		1,31
53	45	67	74	17		1,24
67	42	68	72	18		1,17
66	41	71	66	19		1,10
68	34	66	56	20		1,05

Tabla D.3. Lluvias extremas y tiempo de retorno. Estación Punta Gorda  
La Cardenera, Edo. Barinas. 1958-1973.

Duración: 24 horas		Duración: 1 hora		Orden	TR = $\frac{n+1}{m}$
Año	P (mm)	Año	P (mm)	m	
1968	165	1970	67	1	19,00
63	147	58	63	2	9,50
67	137	65	60	3	6,30
58	136	67	57	4	4,75
59	109	68	56	5	3,80
70	107	59	56	6	3,17
56	105	64	55	7	2,71
72	103	63	52	8	2,38
57	92	56	50	9	2,11
65	91	12	49	10	1,90
60	87	55	48	11	1,73
64	79	58	47	12	1,58
61	69	60	44	13	1,46
62	59	73	41	14	1,36
71	57	62	40	15	1,27
66	56	61	38	16	1,19
55	54	71	37	17	1,12
73	49	66	36	18	1,06

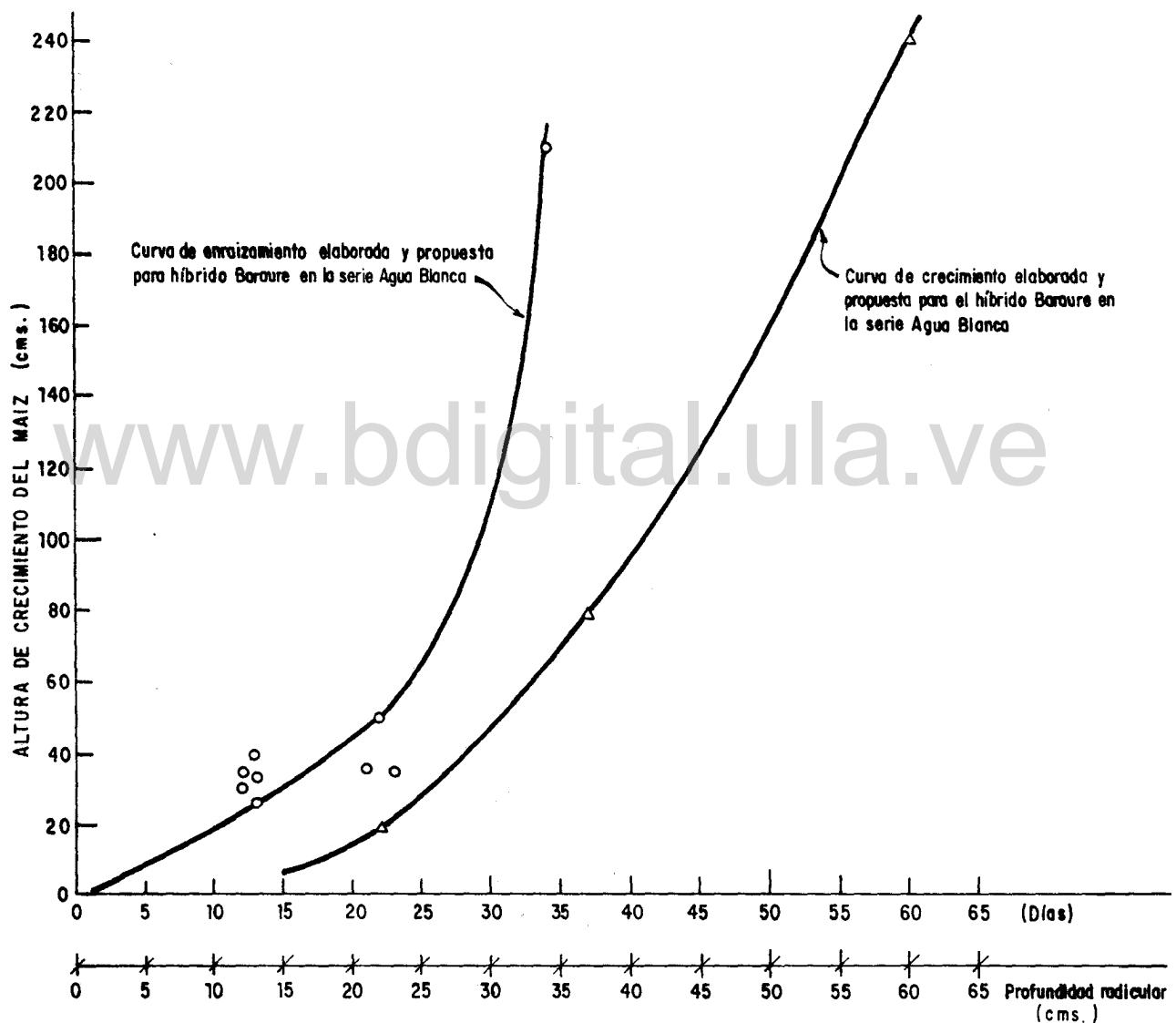
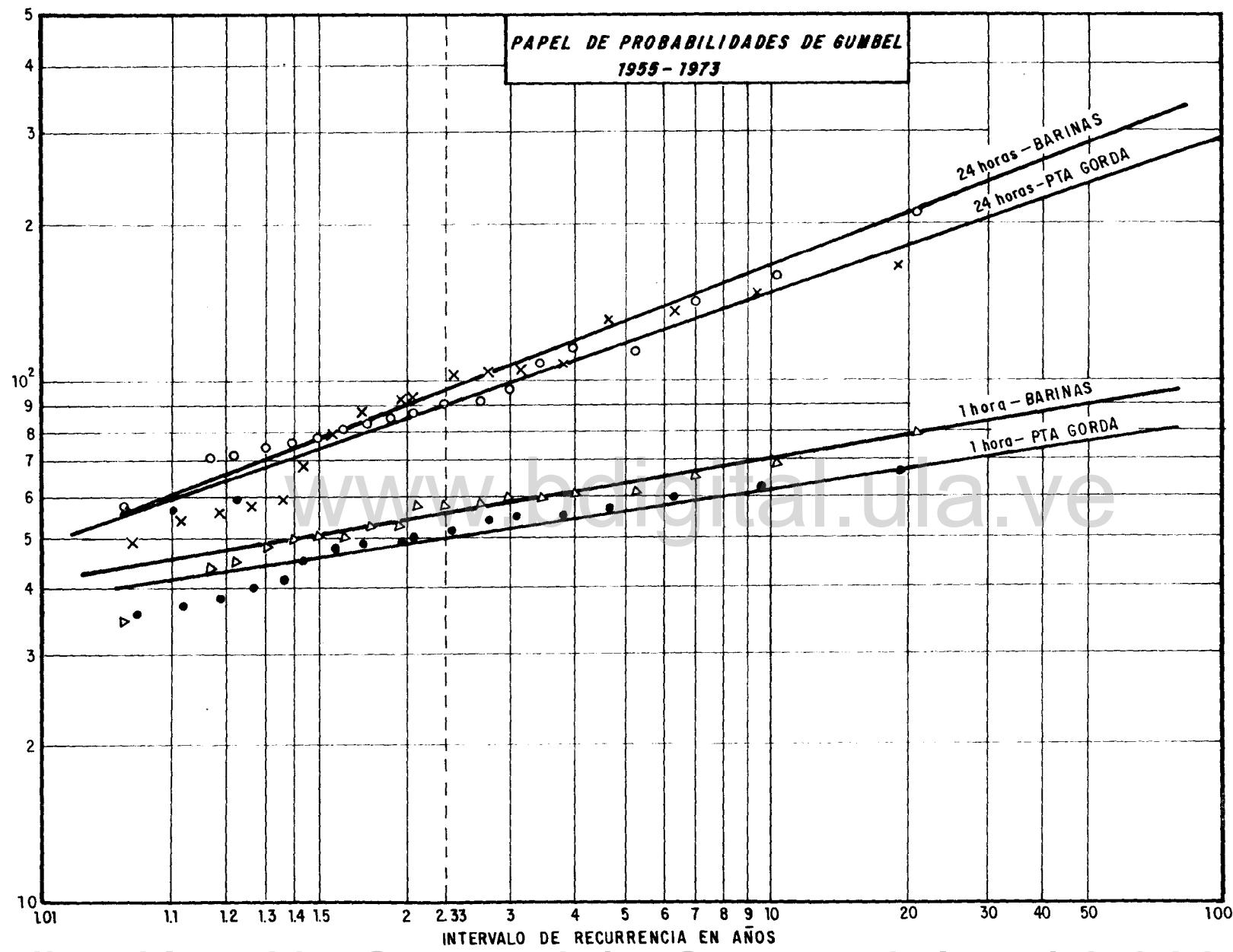


Figura D.2.- Curvas de crecimiento del maíz (híbrido Baraure) y profundidad radicular en la serie Agua Blanca (parcela experimental de Foremaíz). Tomada de De León (1976)



Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
 Figura D.3. - Frecuencia de lluvias extremas  
 (CC BY - NC - SA 3.0 VE )

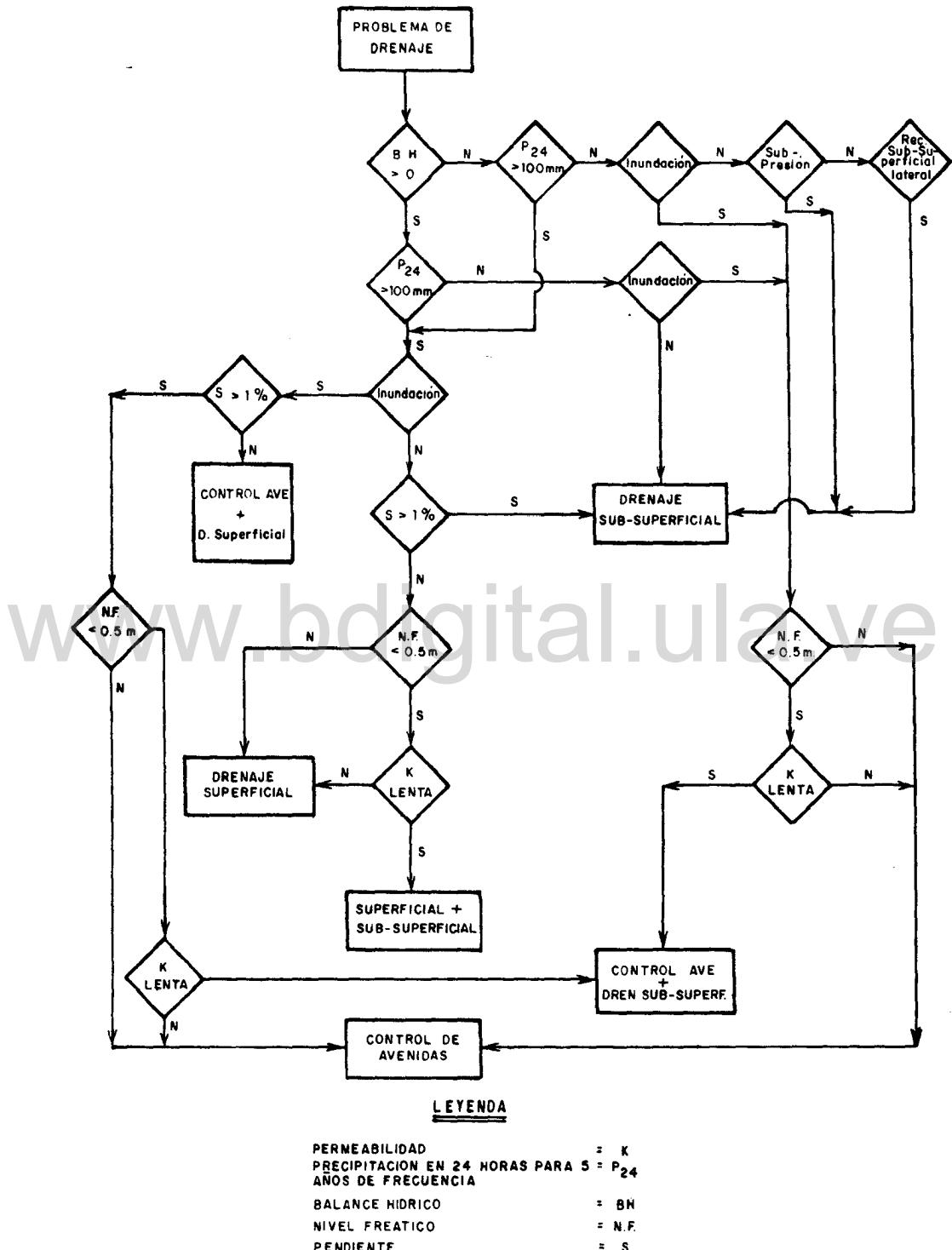


Figura D-4.- Diagrama para diagnóstico del Problema de Drenaje (Rojas, 1976)

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

**APENDICE E**  
**RESULTADOS DEL BALANCE HIDROLOGICO**

**www.bdigital.ula.ve**

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

RJJB 394942-LOL JUILLEN RAMIRES

ESTE PROGRAMA REALIZA UN BALANCE HIDROLÓGICO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN UN SUELO DE BAÑO

SÍMBOLOS

P = PRECIPITACIÓN  
 ALMAX = ALMACENAMIENTO MÁXIMO EN EL SUELO  
 ALM(N) = ALMACENAMIENTO DIARIO EN EL SUELO  
 IB = INFILTRACIÓN BÁSICA  
 ID = INFILTRACIÓN DIARIA  
 ES = EXCESO  
 PERC = PERCOLACIÓN  
 ES

```

1 DIMENSION P(200),EV(200),CT(200),ES(200),CVC(200),T(200),ALM(200),
2 EXC(200),ET(200)
3 REAL P,LA,ID,IB,KC,PERC
4 L=154
5 WRITE(6,200)
6 WRITE(6,300)
7 READ(5,100)(P(J),J=1,L)
8 READ(5,100)(EV(J),J=1,L)
9 READ(5,100)(T(J),J=1,L)
10 ES(1)=0.
11 DO 10 N=2,L
12 F=1.05
13 CT(N)=1.4-0.02*T(N)
14 DN=N
15 IF (DN.GT.120.) GO TO 8
16 VC=DN/1.2
17 GO TO 9
18 VC=(DN-30)/1.2
19 CVC(N)=0.0942+0.02744*VC-0.0002126*(VC**2.)
20 KC=CT(N)*CVC(N)
21 ET(N)=0.95*EV(N)*F*KC
22 CONTINUE
23 ALMAX=81.2
24 LA=70.6
25 IB=3.5
26 ID=84.
27 ALM(1)=0.
28 DO 99 N=2,L
29 CC=133.6
30 LDE=0.4*(P(N)**2.)/CC/(ET(N)+P(N))
31 EXC(N)=P(N)-ET(N)
32 IF(EXC(N).LT.0) GO TO 11
33 IF(EXC(N).GT.ID) GO TO 22
34 A=ALM(N-1)+EXC(N)
35 IF(A.LT.ALMAX) GO TO 33
36 ESC=A-ALMAX
37 PERC=ALMAX-LA
38 ALM(N)=LA
39 GO TO 98
40 C=EXC(N)-ID
41 A=ALM(N-1)+ID
42 IF(A.LT.ALMAX) GO TO 55
43 ESC=C+A-ALMAX
44 PERC=ALMAX-LA

```

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

```

44      ALM(N)=LA
45      GO TU 98
46      55 IF(LA,LT,LA) GO TU 66
47      PERC=A-LA
48      ALM(N)=LA
49      ESC=L
50      GO TU 98
51      60 ALM(N)=A
52      ESC=U
53      PERC=0.
54      GO TU 98
55      33 IF(LA,LT,LA) GO TU 44
56      ALM(N)=LA
57      PERC=A-LA
58      ESC=U.
59      GO TU 98
60      44 ALM(N)=A
61      ESC=U.
62      PERC=0.
63      GO TU 98
64      11 DEF=ET(N)-P(N)
65      ALM(N)=ALM(N-1)-DEF
66      1F(ALM(N),6T,0) GO TU 77
67      ALM(N)=0.
68      PERC=0.
69      ESC=0.
70      77 ESC=U.
71      PERC=0.
72      98 WRITE(6,400) N,P(N),ET(N),ALM(N),PERC,ESC
73      99 CONTINUE
74      100 FORMAT(10F0.1)
75      200 FORMAT(1H1,1JX,'CIDAT - ULA',36X,'CURSO DE POSTGRADO',37X,'G. RAMI
1REZ',////,37X,'BALANCE HIDROLÓGICO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPE
2RFICIAL',/,37X,58(''),///,10X,'ESTACIÓN BARINAS-SUCUNY',29X,'ANO
3MAS HUMEDO',33X,'SUELLO DE BANCO',//.37X,'1 DE ABRIL - 30 DE AGOSTO
4',//))
76      300 FORMAT(13X,'DIA',13X,'PRECIPIT',14X,'EVAPPT',14X,'ALMAC',13X,'PERCO
1LACION',13X,'ESCRKENTIA',/,10X,113(''),//))
77      400 FORMAT(13X,13,5(10X,F10.1))
78      STOP
79      END

```

RETRY

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

CICLAT - ULA

CURSO DE POSTGRADU

G. RAMIREZ

BALANCE HIDROLOGICO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL

ESTACION BARINAS-SUCONY

AÑO MAS HUMEDO  
1 DE ABRIL - 30 DE AGOSTO

SUELO DE BANCO

DIA	PRECIPIT	EVAPPT	ALMAC	PERCOLACION	ESCORRENTIA
2	52.3	0.7	61.6	0.0	0.0
3	25.5	0.9	70.6	10.6	5.0
4	0.0	1.0	69.6	0.0	0.0
5	0.2	1.1	68.7	0.0	0.0
6	0.0	1.2	67.5	0.0	0.0
7	10.9	1.3	70.6	6.5	0.0
8	35.3	1.4	70.6	10.6	24.3
9	11.1	1.5	70.6	9.6	0.0
10	0.0	1.6	69.0	0.0	0.0
11	12.9	1.7	70.6	9.5	0.0
12	0.0	1.9	68.7	0.0	0.0
13	0.0	2.0	66.8	0.0	0.0
14	0.0	2.1	64.7	0.0	0.0
15	0.2	2.2	62.6	0.0	0.0
16	0.7	2.3	60.5	0.0	0.0
17	0.0	2.4	58.9	0.0	0.0
18	0.0	2.5	56.5	0.0	0.0
19	0.0	2.6	53.9	0.0	0.0
20	0.0	2.7	51.3	0.0	0.0
21	0.0	2.8	48.6	0.0	0.0
22	0.0	2.9	45.8	0.0	0.0
23	0.0	3.0	42.9	0.0	0.0
24	3.5	3.1	43.4	0.0	0.0
25	20.0	3.1	60.4	0.0	0.0
26	0.7	3.1	57.9	0.0	0.0
27	14.3	3.2	69.0	0.0	0.0
28	0.1	3.3	65.8	0.0	0.0
29	0.0	3.4	62.5	0.0	0.0
30	0.0	3.4	59.0	0.0	0.0
31	0.0	3.5	55.5	0.0	0.0
32	0.6	3.1	53.0	0.0	0.0
33	0.0	3.2	49.8	0.0	0.0
34	0.0	3.2	46.6	0.0	0.0
35	0.6	3.3	43.9	0.0	0.0
36	5.5	3.4	46.0	0.0	0.0
37	0.9	3.4	43.5	0.0	0.0
38	38.7	3.5	70.6	8.1	0.0
39	0.0	3.5	67.1	0.0	0.0
40	51.9	3.6	70.6	10.6	44.2
41	0.0	3.6	67.0	0.0	0.0
42	7.8	3.7	70.6	0.5	0.0

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

3	0.0	3.7	66.9	0.0	0.0
4	1.5	3.6	64.6	0.0	0.0
5	1.3	3.8	70.6	2.0	0.0
6	2.4	3.9	68.2	8.6	0.0
7	1.6	3.9	64.3	0.0	0.0
8	0.0	4.0	62.8	0.0	0.0
9	2.5	4.0	70.6	0.0	0.0
10	1.8	4.0	70.6	10.6	0.0
11	0.0	4.1	66.7	0.0	0.0
12	0.2	4.1	62.6	0.0	0.0
13	2.7	4.1	61.2	0.0	0.0
14	0.7	4.2	70.6	10.6	0.0
15	2.3	4.2	70.6	10.6	0.0
16	6.3	4.3	70.6	2.6	0.0
17	1.3	4.3	67.6	0.0	0.0
18	3.4	4.3	66.7	0.0	0.0
19	0.0	4.3	62.4	0.0	0.0
20	5.5	4.4	70.6	10.6	0.0
21	0.0	4.0	66.2	0.0	0.0
22	0.0	4.0	62.3	0.0	0.0
23	12.7	4.0	70.6	0.4	0.0
24	25.4	4.0	70.6	10.6	10.8
25	27.7	4.0	70.6	10.6	13.1
26	1.3	4.0	70.6	10.6	16.7
27	4.5	4.0	70.6	10.6	0.0
28	24.4	4.0	70.6	10.6	9.8
29	0.6	4.1	67.1	0.0	0.0
30	1.6	4.1	64.7	0.0	0.0
31	6.1	4.1	62.2	0.0	0.0
32	0.0	4.1	64.2	0.0	0.0
33	0.0	4.1	60.2	0.0	0.0
34	0.0	4.1	56.1	0.0	0.0
35	4.3	4.1	52.0	0.0	0.0
36	7.0	4.1	54.1	0.0	0.0
37	0.7	4.1	50.0	0.0	0.0
38	6.1	4.1	45.9	0.0	0.0
39	4.5	4.1	45.1	0.0	0.0
40	24.4	4.1	70.6	10.6	31.7
41	0.6	4.1	67.2	0.0	0.0
42	1.6	4.1	69.3	0.0	0.0
43	6.1	4.1	69.7	0.0	0.0
44	4.5	4.1	67.9	0.0	0.0
45	2.3	4.1	70.6	9.8	0.0
46	16.6	4.0	66.8	0.0	0.0
47	0.0	4.0	63.1	0.0	0.0
48	0.0	4.0	59.0	0.0	0.0
49	0.0	4.0	55.1	0.0	0.0
50	24.3	4.0	70.6	4.8	0.0
51	3.0	4.0	68.6	0.0	0.0
52	0.5	3.9	65.3	0.0	0.0
53	1.6	3.8	63.1	0.0	0.0
54	0.0	3.8	59.2	0.0	0.0
55	2.3	3.8	70.6	10.6	30.7
56	0.0	3.8	70.6	10.6	9.5
57	3.9	3.7	66.9	0.0	0.0
58	0.0	3.7	70.6	0.8	0.0
59	8.3	3.7	67.3	0.0	0.0
60	0.4	3.7	63.8	0.0	0.0
61	0.2	3.7	69.4	0.0	0.0
62	1.1	3.6	70.6	6.3	0.0
63	0.0	3.6	67.0	0.0	0.0
64	0.0	3.6	63.5	0.0	0.0

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

106	0.0	3.5	60.0	0.0	0.0
107	0.4	3.4	65.9	0.0	0.0
108	3.3	3.4	65.8	0.0	0.0
109	5.7	3.4	68.1	0.0	0.0
110	0.0	3.3	64.7	0.0	0.0
111	0.6	3.3	61.4	0.0	0.0
112	0.6	3.2	63.7	0.0	0.0
113	0.0	3.2	60.5	0.0	0.0
114	2.8	3.2	61.1	0.0	0.0
115	0.5	3.1	58.5	0.0	0.0
116	0.2	3.1	70.6	0.0	0.0
117	0.0	3.0	67.5	0.0	0.0
118	6.9	3.0	70.6	0.7	0.0
119	0.3	3.0	67.9	0.0	0.0
120	0.5	2.9	70.0	0.0	0.0
121	0.0	3.9	66.1	0.0	0.0
122	5.2	3.9	67.5	0.0	0.0
123	5.4	3.9	69.0	0.0	0.0
124	1.8	4.2	70.6	10.6	0.0
125	0.1	4.1	70.6	10.6	0.0
126	0.8	4.1	67.3	0.0	0.0
127	0.0	4.1	63.2	0.0	0.0
128	0.8	4.1	59.9	0.0	0.0
129	4.3	4.0	60.2	0.0	0.0
130	0.7	4.0	56.8	0.0	0.0
131	0.0	4.0	52.9	0.0	0.0
132	4.2	4.0	53.1	0.0	0.0
133	2.3	4.4	51.6	0.0	0.0
134	4.2	3.9	51.9	0.0	0.0
135	0.1	3.9	48.2	0.0	0.0
136	0.0	3.8	44.4	0.0	0.0
137	0.0	3.8	40.6	0.0	0.0
138	6.5	3.7	43.4	0.0	0.0
139	1.9	3.7	54.8	0.0	0.0
140	0.0	3.7	51.1	0.0	0.0
141	0.0	3.6	47.5	0.0	0.0
142	0.1	3.6	44.0	0.0	0.0
143	2.8	3.9	48.2	0.0	0.0
144	6.3	3.5	70.6	0.4	0.0
145	2.7	3.4	69.9	0.0	0.0
146	0.0	3.4	66.5	0.0	0.0
147	0.0	3.3	63.2	0.0	0.0
148	0.0	3.3	59.9	0.0	0.0
149	0.0	3.2	56.7	0.0	0.0
150	0.0	3.2	53.5	0.0	0.0
151	9.1	3.1	58.5	0.0	0.0
152	0.1	3.0	55.6	0.0	0.0
153	1.9	3.3	70.6	1.5	0.0
154	1.9	2.9	70.6	10.6	6.4

CORE USAGE      OBJECT CODE= 3352 BYTES, ARRAY AREA= 7200 BYTES, TOTAL AREA AVAILABLE= 141656 BYTES  
DIAGNOSTICS      NUMBER OF ERRORS= 0, NUMBER OF WARNINGS= 0, NUMBER OF EXTENSIONS= 0  
COMPILE TIME= 1.74 SEC, EXECUTION TIME= 4.55 SEC, 15.11.55 THURSDAY 21 AUG 80 WATFIV - JAN 1976

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

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
(CC BY - NC - SA 3.0 VE )

CIDAT - ULA

CURSO DE POSTGRADO

G RAMIREZ

BALANCE HIDROLOGICO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL

ESTACION BARINAS-SUCUNY

AÑO MAS SECO

SUELO DE BANCO

1 DE ABRIL - 30 DE AGOSTO

DIA	PRECIPIT	EVAP'T	ALMAC	PERCOLACION	ESCORRENTIA
2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
4	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0
6	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0
7	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
8	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0
9	1.7	1.5	1.2	1.1	0.0
10	17.4	1.6	28.1	27.0	0.0
11	0.0	1.7	25.1	25.8	0.0
12	0.0	1.9	27.0	27.0	0.0
13	4.0	2.0	25.8	25.8	0.0
14	0.0	2.1	26.1	26.1	0.0
15	0.0	2.2	27.4	27.4	0.0
16	0.0	2.3	45.6	45.6	0.0
17	0.0	2.4	45.9	45.9	0.0
18	0.0	2.5	57.7	57.7	0.0
19	14.6	2.6	60.7	60.7	0.0
20	16.7	2.7	70.6	70.6	0.0
21	0.0	2.8	67.0	67.0	0.0
22	0.0	2.9	64.9	64.9	0.0
23	0.0	3.0	65.6	65.6	0.0
24	0.0	3.1	62.6	62.6	0.0
25	0.0	3.2	59.4	59.4	0.0
26	0.0	3.3	60.0	60.0	0.0
27	0.0	3.4	56.7	56.7	0.0
28	0.0	3.5	67.2	67.2	0.0
29	0.0	3.6	63.5	63.5	0.0
30	0.0	3.7	60.5	60.5	0.0
31	0.0	3.8	57.3	57.3	0.0
32	0.0	3.9	54.1	54.1	0.0
33	0.0	3.10	50.8	50.8	0.0
34	0.0	3.11	47.5	47.5	0.0
35	0.0	3.12	44.0	44.0	0.0
36	0.0	3.13	45.1	45.1	0.0
37	0.0	3.14	41.6	41.6	0.0
38	0.0	3.15	38.0	38.0	0.0
39	0.0	3.16	34.4	34.4	0.0
40	0.0	3.17	31.4	31.4	0.0



1.0	0.4	3.5	67.5	0.0	0.0
1.7	0.0	3.5	64.0	0.0	0.0
1.3	0.0	3.4	60.6	0.0	0.0
1.9	0.1	3.4	57.2	0.0	0.0
1.5	0.0	3.4	53.9	0.0	0.0
1.1	63.3	3.3	70.6	10.6	32.9
1.2	1.0	3.3	71.6	10.6	4.1
1.4	0.4	3.2	67.8	0.0	0.0
1.1	1.1	3.2	65.7	0.0	0.0
1.5	0.1	3.1	62.6	0.0	0.0
1.5	0.0	3.1	59.3	0.0	0.0
1.7	7.9	3.1	64.4	0.0	0.0
1.1	5.1	3.0	56.4	0.0	0.0
1.1	0.0	3.0	63.5	0.0	0.0
1.2	0.0	2.9	60.6	0.0	0.0
1.1	0.7	3.9	57.4	0.0	0.0
1.2	9.2	3.9	70.6	10.6	62.5
1.5	1.5	3.9	62.2	0.0	0.0
1.2	0.1	4.2	64.2	0.0	0.0
1.2	1.4	4.1	61.4	0.0	0.0
1.2	1.2	4.1	68.2	0.0	0.0
1.7	0.7	4.1	64.8	0.0	0.0
1.6	17.9	4.1	70.6	8.0	0.0
1.6	1.6	4.0	68.2	0.0	0.0
1.3	0.0	4.0	64.1	0.0	0.0
1.3	4.9	4.0	70.6	10.6	19.4
1.3	1.0	4.0	66.5	0.0	0.0
1.3	0.0	4.4	62.3	0.0	0.0
1.3	13.0	3.9	70.5	0.8	0.0
1.3	37.5	3.9	70.6	10.6	23.0
1.3	0.2	3.8	67.0	0.0	0.0
1.3	2.4	3.8	65.6	0.0	0.0
1.3	32.4	3.7	70.6	10.6	11.1
1.3	3.5	3.7	70.5	0.0	0.0
1.3	0.0	3.7	66.9	0.0	0.0
1.1	0.1	3.6	63.3	0.0	0.0
1.2	12.7	3.6	70.6	1.9	0.0
1.3	0.0	3.9	66.7	0.0	0.0
1.4	0.3	3.5	61.2	0.0	0.0
1.3	1.8	3.4	61.5	0.0	0.0
1.2	4.9	3.4	63.0	0.0	0.0
1.1	0.0	3.3	59.7	0.0	0.0
1.1	0.0	3.3	56.4	0.0	0.0
1.1	0.0	3.2	53.2	0.0	0.0
1.1	0.0	3.2	50.0	0.0	0.0
1.2	0.4	3.1	47.3	0.0	0.0
1.2	1.1	3.0	45.4	0.0	0.0
1.3	0.0	3.3	42.0	0.0	0.0
1.4	31.8	2.9	70.6	0.3	0.0

CORE USAGE = 3360 BYTES, A/RAY AREA = 7200 BYTES, TOTAL AREA AVAILABLE = 141656 BYTES  
 DIAGISTICS = NUMBER OF ERRORS = 0, NUMBER OF WARNINGS = 0, NUMBER OF EXTENSIONS = 0  
 COMPILE TIME = 1.34 SEC, EXECUTION TIME = 4.62 SEC, 14.44.45 THURSDAY 21 AUG 80 WATFIV - JAN 1976 V1.5

L1STOP

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela  
 (CC BY - NC - SA 3.0 VE )

AJD.B. 364542-CBL GLILLERMC RAMIREZ

ESTE PROGRAMA REALIZA UN BALANCE HIGRÍOGICO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN UN SUELO DE TÍPICO.

SÍMBOLOS

P = PRECIPITACION  
 ALMAX = ALMACENAMIENTO MAXIMO DEL SUELO  
 ALMIN = ALMACENAMIENTO CLARIFICANTE DEL SUELO  
 ID = INFILTRACION DIARIA  
 LSIN = LARGA SOBREP. LA SUPERFICIE  
 TI = TIEMPO DE TRUNCACION

```

1      DIMENSION PI(200),T(200),CT(200),LS(200),ETC(200),T(200),ALX(200),
2      IFXC(200),ET(200)
3      READ P,LS,ID,TB,RC
4      L=154
5      WRITE(T,200)
6      READ(L,100)(PI(J),J=1,L)
7      READ(L,100)(T(J),J=1,L)
8      READ(L,100)(ID(J),J=1,L)
9      LS(1)=C.
10     DO 10 N=2,L
11     F=1.05
12     CT(N)=1.4-C.C2*T(N)
13     DN=N
14     IF (DN.GT.120) GO TO 8
15     VC=DN/1.2
16     GO TO 5
17     F=VC=(DN-30)/71.2
18     C=VC*(1-C.0547+0.02744*VC-C.0002126*VC**2.)
19     KC=CT(N)*C*VC(TN)
20     ETIN=C.55*EV(N)*F*KC
21     T(1)=C.05*100
22     ALMAX=14E-5
23     TS=C.7
24     TD=1E-F
25     AL"(1)=C.
26     DO 99 N=2,L
27     EXCN)=LS(X-ID*PI(N)-ETIN)
28     IF (EXCN).LT.C) GO TO 11
29     Y=Y*(N-1)
30     IF (Y.LT.C) GO TO 33
31     X=ALM(N-1)+ID
32     IF (Y.LT.C) ALMAX) GO TO 55
33     Z=X-ALMAX
34     LS(N)=Y+Z
35     ALM(N)=ALMAX
36     GO TO 76
37     IT=DEF*ETIN-N-LSIN-1)-P(N)
38     ALM(N)=ALM(N-1)-DEF
39     IF (ALM(N).GT.0) GO TO 22
40     ALM(N)=C.
41     LS(N)=C.
42     GO TO 76
43     22 LS(N)=C.
44     GO TO 76
45     33 X=ALM(N-1)+EXC(N)
46     IF (X.LT.ALMAX) GO TO 44

```

```
47      ALM('')=ALMAX,  
48      GO TO CE  
49      44 ALMIN1=A  
50      LS(N)=C  
51      GO TO EE  
52      55 ALM('')=ALMIN+17#10  
53      LS(M)=Y  
54      66 IF(EXC(N).EQ.LS(N)) GO TO 77  
55      IF(EXC(N).LT.0) GO TO 88  
56      TT=LS(N)/IB+24.  
57      GO TO EE  
58      77 TI=LS(N)/IB  
59      GO TO SF  
60      68 TI=C  
61      GO TO CF  
62      58 WRITE(6,400) N,P(N),ET(N),ALMIN,LS(N),TI  
63      59 CONTINUE  
64      100 FORMAT(10F6.0)  
65      200 FORMAT(1H1,10X,"CIDIAT = CIA",36X,"CUFSC DE POSTGRADO",37X,"C RMI  
1RF7",//77,37X,"BALANCE HIDROLOGICO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPE  
2RFICIAL",//,37X,5E12.7),//77,10X,"ESTACION EZRINAS-SCCCNY",29X,"ANO  
3MAS-SCN",33X,"SUELO DE BAJICA",//1111  
67      300 FORMAT(12X,"DIA",13),"PRECIPIT",14X,"EVAP",14X,"ALMAC",12X,"LAM",  
1UPFRE",12X,"T.I.NUNDACION",//,10X,113(" -"),//1111  
68      400 FORMAT(13X,13,5(10X,F10.1))  
69      STOP  
70      END  
  
ENTRY
```

— CICCIAT ELLA

CUPSCATE PCSICRAIC

BALANCE HIDROLOGICA PARA UN SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL

ESTACION BARINAS - SECCION Y

~~MAC-MAS-SECO~~

— ४८५ —

DIA	PRECIPIT	EVBPT	ALMAC	LAY.SUPERF	T.TINCTACIF
0.0	0.7		0.0	0.0	
0.0	0.9		0.0	0.0	
0.1	1.0		0.0	0.0	
0.2	1.1		0.0	0.0	
0.3	1.2		0.0	0.0	
0.4	1.3		0.0	0.0	
1.0	1.4		0.0	0.0	
1.3	1.5		0.0	0.0	
1.7	1.6		0.0	0.0	
1.7	1.7		0.0	0.0	
0.0	1.9		0.0	0.0	
0.0	2.0		0.0	0.0	
0.4	2.1		0.0	0.0	
0.0	2.2		0.0	0.0	
0.0	2.3		0.0	0.0	
0.0	2.4		0.0	0.0	
0.0	2.5		0.0	0.0	
0.0	2.6		0.0	0.0	
0.0	2.7		0.0	0.0	
0.0	2.8		0.0	0.0	
0.0	2.9		0.0	0.0	
0.0	3.0		0.0	0.0	
0.0	3.1		0.0	0.0	
0.0	3.2		0.0	0.0	
0.0	3.3		0.0	0.0	
0.0	3.4		0.0	0.0	
0.0	3.5		0.0	0.0	
0.0	3.6		0.0	0.0	
0.0	3.7		0.0	0.0	
0.0	3.7		0.0	0.0	
0.0	3.8		0.0	0.0	



118	3.2	3.4	148	475.1	85.1
119	C.C	3.4	148	476.1	85.1
120	C.C	3.3	148	476.2	875.2
121	5.6	3.3	148	476.2	675.2
122	0.C	3.2	148	476.2	675.2
123	3.6	3.2	148	476.2	675.2
124	0.C	3.2	148	476.2	675.2
125	C.C	3.1	148	476.2	675.2
126	28.2	3.1	148	476.2	707.2
127	C.C	3.1	148	476.2	707.2
128	6.8	3.0	148	476.2	707.2
129	C.3	3.0	148	476.2	707.2
130	5.C	2.9	148	476.2	707.2
131	C.C	3.2	148	476.2	707.2
132	5.2	3.0	148	476.2	707.2
133	5.4	3.0	148	476.2	707.2
134	41.8	4.2	148	476.2	707.2
135	50.1	4.1	148	476.2	707.2
136	C.F	4.1	148	476.2	707.2
137	C.C	4.1	148	476.2	707.2
138	C.E	4.1	148	476.2	707.2
139	4.3	4.0	148	476.2	707.2
140	0.7	4.0	148	476.2	707.2
141	C.C	4.0	148	476.2	707.2
142	1.2	4.0	148	476.2	707.2
143	2.5	4.4	148	476.2	707.2
144	4.2	3.9	148	476.2	707.2
145	0.1	3.9	148	476.2	707.2
146	C.C	3.8	148	476.2	707.2
147	0.C	3.8	148	476.2	707.2
148	F.	2.7	148	476.2	707.2
149	15.1	3.7	148	476.2	707.2
150	C.C	3.7	148	476.2	707.2
151	C.C	3.6	148	476.2	707.2
152	C.1	3.6	148	476.2	707.2
153	28.1	3.9	148	476.2	707.2
154	6.3	1.5	148	476.2	707.2
155	2.7	3.4	148	476.2	707.2
156	C.C	3.4	148	476.2	707.2
157	C.C	3.3	148	476.2	707.2
158	C.C	3.3	148	476.2	707.2
159	0.C	2.2	148	476.2	707.2
160	C.C	3.2	148	476.2	707.2
161	R.1	3.1	148	476.2	707.2
162	0.1	3.0	148	476.2	707.2
163	16.5	3.3	148	476.2	707.2
164	19.6	2.9	148	476.2	707.2

CORE USAGE OBJECT CODE= 3240 BYTES, FREE AREA= 7200 BYTES, TOTAL FREE AVAILABLE= 147881 BYTES

DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS= 0, NUMBER OF WARNINGS= 0, NUMBER OF EXTENSIONS= 0

COMPILE TIME= 1.51 SEC, EXECUTION TIME= 4.54 SEC. 16.20.15 THURSDAY 7 ALG EC PROJECT - JAN 1976 V1.5

COS TOP

BALANCE HIDROLOGICO PARCIAL SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL						
ESTACION PARINAS-SOCONY	AÑO MAS HUMEDO		SUELCO DE FASES			
DIA	PRECIPIT	EVAPOT	ALMAC	LAR. SUPERF	T. TRUNCACION	
1	62.3	0.7	17.8	24.8	77.7	
2	25.5	0.9	22.6	52.6	72.1	
3	C.C.	1.0	50.2	34.8	73.7	
4	C.C.	1.1	67.2	17.1	71.1	
5	C.C.	1.2	83.1	0.1	24.0	
6	10.8	1.3	92.7	0.1	24.0	
7	36.3	1.4	109.5	0.1	43.4	
8	11.1	1.5	126.5	0.1	43.4	
9	C.C.	1.6	143.5	0.1	43.4	
10	12.5	1.7	146.7	0.1	43.4	
11	0.0	1.9	144.8	0.1	43.4	
12	C.C.	2.0	140.8	0.1	43.4	
13	C.C.	2.1	128.7	0.1	43.4	
14	C.C.	2.2	128.7	0.1	43.4	
15	C.C.	2.2	128.7	0.1	43.4	
16	C.C.	2.3	128.8	0.1	43.4	
17	C.C.	2.3	128.8	0.1	43.4	
18	C.C.	2.5	129.0	0.1	43.4	
19	C.C.	2.6	127.4	0.1	43.4	
20	C.C.	2.7	124.7	0.1	43.4	
21	C.C.	2.8	121.9	0.1	43.4	
22	C.C.	2.9	119.0	0.1	43.4	
23	C.C.	3.0	116.0	0.1	43.4	
24	C.C.	3.1	124.0	0.1	43.4	
25	14.2	3.1	125.1	0.1	43.4	
26	C.C.	3.2	141.1	0.1	43.4	
27	C.C.	3.3	138.1	0.1	43.4	
28	C.C.	3.4	136.1	0.1	43.4	
29	C.C.	3.4	134.1	0.1	43.4	
30	C.C.	3.5	129.0	0.1	43.4	
31	C.C.	3.1	126.0	0.1	43.4	
32	C.C.	3.2	122.6	0.1	43.4	
33	C.C.	3.2	122.6	0.1	43.4	
34	C.C.	3.3	119.6	0.1	43.4	
35	C.C.	3.4	129.1	0.1	43.4	
36	C.C.	3.4	129.1	0.1	43.4	
37	C.C.	3.5	126.6	0.1	43.4	
38	C.C.	3.5	126.6	0.1	43.4	
39	C.C.	3.5	128.5	0.1	43.4	
40	C.C.	3.6	128.5	0.1	43.4	
41	C.C.	3.6	148.0	0.1	47.1	87.3
42	C.C.	3.7	148.0	0.1	41.1	87.1
43	C.C.	3.7	148.0	0.1	41.1	87.1
44	C.C.	3.8	148.0	0.1	41.1	82.7
45	C.C.	3.8	148.0	0.1	41.1	82.7

4.6	11.8	3.8	148	2.1	22.5
4.7	11.4	3.9	148	2.2	22.7
4.8	11.5	3.9	148	2.3	22.8
4.9	C.1	3.9	148	2.4	22.9
4.10	2.6	4.0	148	2.5	23.0
4.11	11.8	4.0	148	2.6	23.1
4.12	28.8	4.0	148	2.7	23.2
4.13	C.2	4.1	148	2.8	23.3
4.14	C.3	4.1	148	2.9	23.4
4.15	2.7	4.1	148	3.0	23.5
4.16	E7.8	4.2	148	3.1	23.6
4.17	23.9	4.2	148	3.2	23.7
4.18	6.8	4.2	148	3.3	23.8
4.19	1.7	4.3	148	3.4	23.9
4.20	3.4	4.3	148	3.5	24.0
4.21	C.1	4.3	148	3.6	24.1
4.22	4.5	4.3	148	3.7	24.2
4.23	C.2	4.3	148	3.8	24.3
4.24	C.3	4.3	148	3.9	24.4
4.25	12.7	4.0	148	4.0	24.5
4.26	25.4	4.0	148	4.1	24.6
4.27	27.7	4.0	148	4.2	24.7
4.28	21.3	4.0	148	4.3	24.8
4.29	4.5	4.0	148	4.4	24.9
4.30	24.4	4.0	148	4.5	25.0
4.31	C.6	4.1	148	4.6	25.1
4.32	1.6	4.1	148	4.7	25.2
4.33	7.2	4.1	148	4.8	25.3
4.34	6.1	4.1	148	4.9	25.4
4.35	7.2	4.1	148	5.0	25.5
4.36	7.2	4.1	148	5.1	25.6
4.37	7.2	4.1	148	5.2	25.7
4.38	7.2	4.1	148	5.3	25.8
4.39	7.2	4.1	148	5.4	25.9
4.40	7.2	4.1	148	5.5	26.0
4.41	7.2	4.1	148	5.6	26.1
4.42	7.2	4.1	148	5.7	26.2
4.43	7.2	4.1	148	5.8	26.3
4.44	7.2	4.1	148	5.9	26.4
4.45	7.2	4.1	148	6.0	26.5
4.46	7.2	4.1	148	6.1	26.6
4.47	7.2	4.1	148	6.2	26.7
4.48	7.2	4.1	148	6.3	26.8
4.49	7.2	4.1	148	6.4	26.9
4.50	7.2	4.1	148	6.5	27.0
4.51	7.2	4.1	148	6.6	27.1
4.52	7.2	4.1	148	6.7	27.2
4.53	7.2	4.1	148	6.8	27.3
4.54	7.2	4.1	148	6.9	27.4
4.55	7.2	4.1	148	7.0	27.5
4.56	7.2	4.1	148	7.1	27.6
4.57	7.2	4.1	148	7.2	27.7
4.58	7.2	4.1	148	7.3	27.8
4.59	7.2	4.1	148	7.4	27.9
4.60	7.2	4.1	148	7.5	28.0
4.61	7.2	4.1	148	7.6	28.1
4.62	7.2	4.1	148	7.7	28.2
4.63	7.2	4.1	148	7.8	28.3
4.64	7.2	4.1	148	7.9	28.4
4.65	7.2	4.1	148	8.0	28.5
4.66	7.2	4.1	148	8.1	28.6
4.67	7.2	4.1	148	8.2	28.7
4.68	7.2	4.1	148	8.3	28.8
4.69	7.2	4.1	148	8.4	28.9
4.70	7.2	4.1	148	8.5	29.0
4.71	7.2	4.1	148	8.6	29.1
4.72	7.2	4.1	148	8.7	29.2
4.73	7.2	4.1	148	8.8	29.3
4.74	7.2	4.1	148	8.9	29.4
4.75	7.2	4.1	148	9.0	29.5
4.76	7.2	4.1	148	9.1	29.6
4.77	7.2	4.1	148	9.2	29.7
4.78	7.2	4.1	148	9.3	29.8
4.79	7.2	4.1	148	9.4	29.9
4.80	7.2	4.1	148	9.5	30.0
4.81	7.2	4.1	148	9.6	30.1
4.82	7.2	4.1	148	9.7	30.2
4.83	7.2	4.1	148	9.8	30.3
4.84	7.2	4.1	148	9.9	30.4
4.85	7.2	4.1	148	10.0	30.5
4.86	7.2	4.1	148	10.1	30.6
4.87	7.2	4.1	148	10.2	30.7
4.88	7.2	4.1	148	10.3	30.8
4.89	7.2	4.1	148	10.4	30.9
4.90	7.2	4.1	148	10.5	31.0
4.91	7.2	4.1	148	10.6	31.1
4.92	7.2	4.1	148	10.7	31.2
4.93	7.2	4.1	148	10.8	31.3
4.94	7.2	4.1	148	10.9	31.4
4.95	7.2	4.1	148	11.0	31.5
4.96	7.2	4.1	148	11.1	31.6
4.97	7.2	4.1	148	11.2	31.7
4.98	7.2	4.1	148	11.3	31.8
4.99	7.2	4.1	148	11.4	31.9
5.00	7.2	4.1	148	11.5	32.0
5.01	7.2	4.1	148	11.6	32.1
5.02	7.2	4.1	148	11.7	32.2
5.03	7.2	4.1	148	11.8	32.3
5.04	7.2	4.1	148	11.9	32.4
5.05	7.2	4.1	148	12.0	32.5
5.06	7.2	4.1	148	12.1	32.6
5.07	7.2	4.1	148	12.2	32.7
5.08	7.2	4.1	148	12.3	32.8
5.09	7.2	4.1	148	12.4	32.9
5.10	7.2	4.1	148	12.5	33.0
5.11	7.2	4.1	148	12.6	33.1
5.12	7.2	4.1	148	12.7	33.2
5.13	7.2	4.1	148	12.8	33.3
5.14	7.2	4.1	148	12.9	33.4
5.15	7.2	4.1	148	13.0	33.5
5.16	7.2	4.1	148	13.1	33.6
5.17	7.2	4.1	148	13.2	33.7
5.18	7.2	4.1	148	13.3	33.8
5.19	7.2	4.1	148	13.4	33.9
5.20	7.2	4.1	148	13.5	34.0
5.21	7.2	4.1	148	13.6	34.1
5.22	7.2	4.1	148	13.7	34.2
5.23	7.2	4.1	148	13.8	34.3
5.24	7.2	4.1	148	13.9	34.4
5.25	7.2	4.1	148	14.0	34.5
5.26	7.2	4.1	148	14.1	34.6
5.27	7.2	4.1	148	14.2	34.7
5.28	7.2	4.1	148	14.3	34.8
5.29	7.2	4.1	148	14.4	34.9
5.30	7.2	4.1	148	14.5	35.0
5.31	7.2	4.1	148	14.6	35.1
5.32	7.2	4.1	148	14.7	35.2
5.33	7.2	4.1	148	14.8	35.3
5.34	7.2	4.1	148	14.9	35.4
5.35	7.2	4.1	148	15.0	35.5
5.36	7.2	4.1	148	15.1	35.6
5.37	7.2	4.1	148	15.2	35.7
5.38	7.2	4.1	148	15.3	35.8
5.39	7.2	4.1	148	15.4	35.9
5.40	7.2	4.1	148	15.5	36.0
5.41	7.2	4.1	148	15.6	36.1
5.42	7.2	4.1	148	15.7	36.2
5.43	7.2	4.1	148	15.8	36.3
5.44	7.2	4.1	148	15.9	36.4
5.45	7.2	4.1	148	16.0	36.5
5.46	7.2	4.1	148	16.1	36.6
5.47	7.2	4.1	148	16.2	36.7
5.48	7.2	4.1	148	16.3	36.8
5.49	7.2	4.1	148	16.4	36.9
5.50	7.2	4.1	148	16.5	37.0
5.51	7.2	4.1	148	16.6	37.1
5.52	7.2	4.1	148	16.7	37.2
5.53	7.2	4.1	148	16.8	37.3
5.54	7.2	4.1	148	16.9	37.4
5.55	7.2	4.1	148	17.0	37.5
5.56	7.2	4.1	148	17.1	37.6
5.57	7.2	4.1	148	17.2	37.7
5.58	7.2	4.1	148	17.3	37.8
5.59	7.2	4.1	148	17.4	37.9
5.60	7.2	4.1	148	17.5	38.0
5.61	7.2	4.1	148	17.6	38.1
5.62	7.2	4.1	148	17.7	38.2
5.63	7.2	4.1	148	17.8	38.3
5.64	7.2	4.1	148	17.9	38.4
5.65	7.2	4.1	148	18.0	38.5
5.66	7.2	4.1	148	18.1	38.6
5.67	7.2	4.1	148	18.2	38.7
5.68	7.2	4.1	148	18.3	38.8
5.69	7.2	4.1	148	18.4	38.9
5.70	7.2	4.1	148	18.5	39.0
5.71	7.2	4.1	148	18.6	39.1
5.72	7.2	4.1	148	18.7	39.2
5.73	7.2	4.1	148	18.8	39.3
5.74	7.2	4.1	148	18.9	39.4
5.75	7.2	4.1	148	19.0	39.5
5.76	7.2	4.1	148	19.1	39.6
5.77	7.2	4.1	148	19.2	39.7
5.78	7.2	4.1	148	19.3	39.8
5.79	7.2	4.1	148	19.4	39.9
5.80	7.2	4.1	148	19.5	40.0
5.81	7.2	4.1	148	19.6	40.1
5.82	7.2	4.1	148	19.7	40.2
5.83	7.2	4.1	148	19.8	40.3
5.84	7.2	4.1	148	19.9	40.4
5.85	7.2	4.1	148	20.0	40.5
5.86	7.2	4.1	148	20.1	40.6
5.87	7.2	4.1	148	20.2	40.7
5.88	7.2	4.1	148	20.3	40.8
5.89	7.2	4.1	148	20.4	40.9
5.90	7.2	4.1	148	20.5	41.0
5.91	7.2	4.1	148	20.6	41.1
5.92	7.2	4.1	148	20.7	41.2
5.93	7.2	4.1	148	20.8	41.3
5.94	7.2	4.1	148	20.9	41.4
5.95	7.2	4.1	148	21.0	41.5
5.96	7.2	4.1	148	21.1	41.6
5.97	7.2	4.1	148	21.2	41.7
5.98	7.2	4.1	148	21.3	41.8
5.99	7.2	4.1	148	21.4	41.9
6.00	7.2	4.1	148	21.5	42.0
6.01	7.2	4.1	148	21.6	42.1
6.02	7.2	4.1	148	21.7	42.2
6.03	7.2	4.1	148	21.8	42.3
6.04	7.2	4.1	148	21.9	42.4
6.05	7.2	4.1	148	22.0	42.5
6.06	7.2	4.1	148	22.1	42.6
6.07	7.2	4.1	148	22.2	42.7
6.08	7.2	4.1	148	22.3	42.8
6.09	7.2	4.1	148	22.4</td	

152

CURF USA, E PROJECT CODE = 1324 C BYTES STAPRAY AFRAE 7200 BYTES, TOTAL AREA AVAILABLE 10155 BYTES

DIAGNOSTICS      NUMBER OF ERRORS      O. NUMBER OF WARNINGS      O. NUMBER OF EXCEPTIONS

COMPILE TIME = 1.53 SEC. EXECUTION TIME = 4.18 SEC. DATE = 16.01.03 THURSDAY PAGE = 351 OF 353

-C25.UOP