

X
38191
M2E82

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO MAÍZ EN BANCALES
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES**

**Por
Neida Coromoto Escobar Falcón**

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

**CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
E INVESTIGACION AMBIENTAL Y TERRITORIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Mérida, Venezuela
1999**

DEDICATORIA

A la memoria de un gran hombre, Juan Escobar, mi padre, a quien perdimos muy pronto, pero que nos enseñó el amor a los estudios.

A mi mamá Corina, la más bella, por su valentía y entereza, quien con gran humildad y muchos sacrificios levantó una familia.

A mis hermanos, especialmente a Stalin, quien sacrificó un año de su carrera de medicina para darnos a los demás la oportunidad de seguir estudiando y a Fanny cuyo apoyo económico fue fundamental para todos.

A mis sobrinos: José Angel, Marco Antonio, María Alejandra, Gregorio Javier, Juan Andrés, Gabriela Corina y Daniel Ernesto; de quienes espero sigan el ejemplo de sus padres.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTOS

A la Virgen del Carmen, quien me dio la fuerza necesaria para alcanzar esta meta.

Al personal directivo del CIDIAT, por darme la oportunidad de realizar el postgrado.

Al Dr. Carlos J. Grassi por su paciencia y calidez humana en la asesoría de la tesis; para usted, mi respeto y admiración.

A los Ingenieros Pedro Juan Rodríguez y José A. Pérez Roa, por su valiosa ayuda y por dedicarme parte de su tiempo.

A los profesores del CIDIAT por su entrega y dedicación al impartir sus conocimientos; especialmente a los Ingenieros Roberto Duque y Luis Rázuri por su apoyo y amistad.

Al personal de la biblioteca: Virginia, Antonieta y Anita, por su colaboración y amistad.

Al personal técnico del FONAIAP-Araure por su asesoría en el trabajo de campo y facilitarme material e instrumentos para realizar las mediciones de campo; especialmente al Técnico Félix Morillo, quien me apoyó más allá de sus obligaciones, y a la Sra. Amacilis, por su ayuda en la biblioteca.

Al MARNR-Guanare por facilitarme los instrumentos de mediciones.

Al administrador de la Hacienda 'El Choro', por permitirme utilizar la finca para realizar el trabajo.

A todos muchas gracias y que Dios los bendiga.

INDICE

	Página
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE SIMBOLOS.....	xvii
RESUMEN.	xxi
 Capítulo	
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	1
II. PLANTEO DEL PROBLEMA.....	3
Justificación del trabajo.....	4
III. REVISION DE LITERATURA.....	7
Balance hídrico.....	10
Número de curva (CN).....	12
IV. MATERIALES Y METODOS.....	19
Ubicación del ensayo.....	19
Datos climáticos del área de estudio.....	19
Suelos.....	19
Cultivo.....	22
Características del ensayo.....	23
Comparación de la producción histórica del maíz en bancales, con respecto a la producción en terreno plano.....	23
Análisis de la producción del maíz en bancal, con base en mediciones hidrológicas, edáficas y de producción efectuadas en el propio bancal.....	24

Instalación del ensayo.....	24
Técnica experimental.....	26
V. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	39
Primera parte.....	39
Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.....	39
Determinación de la curva del coeficiente del cultivo.....	39
Obtención de los valores mensuales de k_c , a partir de la curva única ajustable.....	41
Balance hídrico anual para la serie 1970-1983.....	41
Relación entre la precipitación caída en el ciclo y el rendimiento promedio de siembras en terreno plano y bancales.....	42
Balance hídrico en el ciclo de cultivo para la serie 1970-1983.....	44
Relación entre el rendimiento y los excesos de agua.....	44
Segunda parte.....	45
Capacidad de almacenamiento del suelo.....	45
Crecimiento del cultivo.....	46
Período de desarrollo del maíz.....	46
Altura de planta e índice de área foliar.....	47
Coeficiente del cultivo k_c , para el ciclo del maíz comprendido entre junio-septiembre.....	48
Profundidad y desarrollo radical.....	49
Balance hídrico anual para el año 1988.....	52
Balance hídrico mensual por el método de Norero (1976).....	53
Balance hídrico durante el ciclo del cultivo.....	55
Relación entre el crecimiento de las raíces y el agua aprovechable durante el ciclo del cultivo.....	55
Humedad del suelo(%) a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo.....	57
Comportamiento del bancal en la cabecera, centro y pie, en relación al contenido de humedad.....	58
Humedad promedio en el suelo (%) a lo largo del bancal.....	60
Rendimientos obtenidos en kg/ha, en las áreas de muestreo.....	62
Influencia de los niveles de humedad sobre el rendimiento del cultivo.....	62
Precipitación y escorrentía.....	63
Número de curva por el método del SCS.....	64
Comparación de la escorrentía y coeficiente de drenaje obtenidos en la medición de los eventos y los valores teóricos...	64
Análisis estadístico.....	64

Nivel freático.....	65
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
VII. BIBLIOGRAFIA.....	71
APENDICES.....	77
1. Secuencia a seguir para la construcción de bancales.....	79
2. Datos climatológicos del área de estudio.....	83
3. Estudio agrológico del área experimental.....	93
4. Resultados de la física y análisis de suelo.....	97
5. Productos comerciales utilizados en el cultivo.....	103
6. Balance hídrico anual para el período (1971-1983).....	107
7. Balance hídrico durante el ciclo del cultivo para los años (1971-1983).....	113
8. Altura de planta e índice de área foliar.....	119
9. Humedad en el suelo en mm a los 29, 41, 50 y 67 días después de la siembra.....	123
10. Precipitación y escorrentía obtenida por mediciones directas a los 30, 68, 70, 71, 74, 79, y 80 días de vida del cultivo.....	127
11. Características generales de las plantas en las áreas de muestreo, a los 100 días de vida del cultivo.....	133
12. Información adicional.....	137

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Clasificación hidrológica de los suelos según el SCS (Rojas, 1987).....	14
2	Curvas de escorrentía, CN, para los complejos suelo-cobertura para condición de humedad II y $Ia = 0,2 \times S$ (Rojas, 1987).....	15
3	Número de curva para casos de condición de humedad antecedente I y III (Rojas, 1987).....	16
4	Promedios mensuales de precipitación y evaporación para la serie 1970 -1983.....	21
5	Labores agronómicas realizadas al cultivo.....	27
6	División del ciclo del cultivo en fases y su duración (Doorembos y Pruitt, 1976).....	29
7	Coeficientes de cultivo, k_c , correspondientes a cultivos intensivos y de hortalizas en diferentes fases de su crecimiento y según las condiciones climáticas predominantes (Doorembos y Pruitt, 1976).....	31
8	Duración en días de cada fase de desarrollo del cultivo y obtención de k_c para las fases 1,3 y 4.....	39
9	Valores mensuales promedio de k_c para los ciclos mayo-septiembre y junio-octubre.....	41
10	Balance hídrico anual para el año 1970.....	42
11	Relación entre la precipitación caída en el ciclo y el rendimiento promedio de siembras en terreno plano sin bancales y con bancales para la serie 1970-1983.....	43
12	Balance hídrico durante el ciclo del cultivo.....	44
13	Relación entre los rendimientos obtenidos en siembra en terreno plano sin bancales y con bancales, serie 1970-1983, y los excesos de agua resultantes del balance hídrico.....	45
14	Etapas del ciclo y edad del cultivo.....	47

15	Duración de los períodos de desarrollo del maíz.....	47
16	Altura de planta en cm e índice de área foliar a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del maíz.....	48
17	Coeficiente del cultivo, k_c , correspondiente a cada período de división del ciclo.....	49
18	Número de raíces observadas y distribución porcentual en los diferentes estratos de suelo de las áreas parciales 5 y 8.....	50
19	Totales de precipitación y evaporación para el año 1988.....	52
20	Balance hídrico anual. Año 1988.....	53
21	Precipitación caída durante el ciclo del cultivo. Año 1988.....	54
22	Cálculo del balance hídrico mensual por el método de Norero (1976).....	55
23	Balance hídrico estimado durante el ciclo del cultivo Año 1988.....	56
24	Relación entre el crecimiento de las raíces y el agua aprovechable en el suelo durante el ciclo del cultivo.....	56
25	Humedad del suelo (%) a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo.....	57
26	Humedad del suelo (%) en la cabecera, centro y pie para una profundidad de 0-40 cm.....	58
27	Humedad promedio en el suelo (%) a lo largo del bancal a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo.....	60
28	Rendimientos obtenidos (kg/ha) en las áreas de muestreo, al 12% de humedad.....	62
29	Resultados promedio de determinaciones de campo.....	63
30	Rendimiento y promedios de determinaciones de campo a lo largo del bancal.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación del área de estudio.....	20
2	Dimensiones del bancal.....	24
3	a.- Área del bancal.....	25
	b.- Área de la parcela experimental.....	25
4	Valores promedios de kc para la fase inicial de desarrollo en relación con el nivel de ETo y la fase del riego o de la lluvia (Doorembos y Pruitt, 1976).....	30
5	Instalación y calibración del pluviógrafo en el área experimental.....	32
6	Manguera perforada.....	34
7	a.- Colocación de la manguera.....	35
	b.- Pozo de observación.....	35
8	Curva del coeficiente del cultivo. Ciclo: mayo - septiembre....	40
9	Curva del coeficiente del cultivo. Ciclo: junio - octubre, 1973.	40
10	Precipitación en el ciclo Vs. Rendimiento.....	46
11	Curva del coeficiente del cultivo. Ciclo: junio - septiembre de 1988.....	49
12	Distribución de raíces en la parcela N° 5. Calicata 1.....	51
13	Distribución de raíces en la parcela N° 8. Calicata 2.....	51
14	Contenido de humedad en la cabecera del bancal (0-40 cm).	59
15	Contenido de humedad en el centro del bancal (0-40 cm).....	59
16	Contenido de humedad en el pie del bancal (0-40 cm).....	60
17	Contenido de agua promedio (%) a lo largo del bancal (0-20 cm).....	61

18	Contenido de agua promedio (%) a lo largo del bancal (20-40 cm).....	61
----	---	----

www.bdigital.ula.ve

ET_o	:	Evapotranspiración del cultivo de referencia
F	:	Infiltración real acumulada
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FONAIAP	:	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias
FOREMAIZ	:	Fomento Regional del Maíz
FUDECO	:	Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental
ha	:	Hectáreas
h	:	Horas
I_a	:	Abstracciones iniciales
IAF	:	Índice de área foliar
k_c	:	Coeficiente del cultivo
kg	:	Kilogramo
K_{tan}	:	Coeficiente del tanque de evaporación
l	:	Litro
m	:	Metro
mm	:	Milímetro
msnm	:	Metros sobre el nivel del mar
MARNR	:	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
MAC	:	Ministerio de Agricultura y Cría
MO	:	Materia orgánica
MOP	:	Ministerio de Obras Públicas
p	:	Fracción de agotamiento

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Definición
AL	Arcillo limoso
AP	Altura de planta
A	Area
CC	Capacidad de campo
Cd	Coefficiente de drenaje
CENIAP	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias
CIDIAT	Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial
cm	Centímetro
CE	Coefficiente de escorrentía
CN	Número de curva
CONICIT	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
°C	Grado centígrado
D	Profundidad de raíces
Da	Densidad aparente
dds	Días después de la siembra
dn	Lámina agotada o consumida
E	Escorrentía
ET	Evapotranspiración
ET_m	Evapotranspiración máxima

pH	:	Logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógenos
ppm	:	Partes por millón
P	:	Precipitación
Pacum	:	Precipitación acumulada
Pe	:	Escorrentía potencial
PMP	:	Punto de marchitez permanente
Q	:	Caudal de escorrentía
S	:	Infiltración
SCS	:	Soil Conservation Service
seg	:	Segundo
SVCS	:	Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo
T	:	Tiempo
t	:	Lapso transcurrido desde el inicio del ciclo
tc	:	Duración del ciclo vegetativo del cultivo
td	:	Tiempo de drenaje
TM	:	Toneladas métricas

www.bdigital.ula.ve

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

RESUMEN

El exceso de agua es un problema crítico en la región de los Llanos Occidentales de Venezuela, especialmente en los suelos pesados y de reducida pendiente, por lo que se hace necesario tomar las medidas pertinentes para la eliminación del agua acumulada sobre la superficie, a fin de contribuir a la obtención de un medio edáfico adecuado para el buen desarrollo del cultivo. La dificultad que el terreno presenta para evacuar los excedentes, es el factor que en mayor grado limita la productividad de los cultivos de la región, cuyo ciclo agrícola se cumple en la época de lluvia, esto es, de abril a octubre.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar uno de los métodos más usados en los Llanos Occidentales, de acondicionamiento del suelo a través de la labranza, como ocurre con los camellones anchos, conocidos como bancales, que permiten asegurar la eliminación de los excedentes de agua. Si bien se empleó como cultivo base el maíz (*Zea mays*, L.), los resultados de la evaluación pueden servir para otros cultivos bajo lluvia o 'norte'.

Las experiencias que sustentan este trabajo se llevaron a cabo en la época de lluvia, desde los meses de junio a septiembre del año 1988, en la Hacienda 'El Choro', ubicada en la localidad de Choro Soteldéño, Municipio Píritu, Distrito Esteller, del Estado Portuguesa.

En una siembra de maíz de 12 ha, conformada por 28 bancales de diferente tamaño, se seleccionó el último bancale, de 300 m de longitud y 25 m de ancho, considerado como una unidad hidrológica independiente; se establecieron nueve áreas parciales de muestreo, ubicadas tres en la cabecera, tres en el centro y tres en el pie del bancale. Se evaluó la relación existente entre la humedad aprovechable acumulada en las áreas parciales y las características de índice de área foliar, altura de planta y desarrollo radical; así como también la influencia de la precipitación sobre el rendimiento del cultivo.

Los resultados obtenidos muestran que el total de la precipitación caída en el año fue de 1.207,70 mm, de los cuales 524,30 mm representan excesos de agua; del total de excesos más del 89% ocurre en el establecimiento del cultivo y durante el período de floración y llenado del grano; sin embargo, no se observaron efectos negativos sobre el rendimiento del cultivo, ya que el valor promedio en el área del bancale fue de 4.399 kg/ha, resultando superior al obtenido en el área sin bancale, cuyo rendimiento fue de 2.500 kg/ha. Por otra parte, la humedad en general, aumentó de la cabecera hacia el pie del bancale, por efecto de la pendiente longitudinal, y fue menor en el centro que a los lados; pero no hubo mucha diferencia entre los valores, manteniéndose muy cercanos a capacidad de campo. Lo anterior indica que el bancale funcionó bien en cuanto a humedad, lo cual es un reflejo de la conformación del terreno.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO I.

Introducción

La región de los Llanos Occidentales de Venezuela forma parte de la cuenca sedimentaria Barinas - Apure. Es un área compleja donde existe una gran variabilidad de suelos y de clima, especialmente en lo que respecta a la distribución de la precipitación a lo largo del año. Bajo las condiciones predominantes de precipitaciones intensas y frecuentes, suelos pesados y topografía plana, el sistema agrícola imperante incluye, generalmente, un cultivo de maíz en la estación lluviosa, seguido de otro cultivo como ajonjolí, sorgo, girasol, etc., a la salida de las lluvias, el cual debe aprovechar la humedad residual del suelo. Este uso intensivo de los suelos, con alta mecanización, produce deterioro de la estructura del mismo, favoreciendo la compactación, tanto en superficie como a la profundidad de laboreo, siendo una de las principales limitantes de la productividad. El sellado y encostramiento de los suelos, que restringe la emergencia de plántulas, reduce la velocidad de infiltración y favorece la escorrentía superficial o el "aguachinamiento" prolongado de los suelos, disminuye apreciablemente los rendimientos.

Uno de los factores fundamentales que limita el aprovechamiento de las tierras y afecta la producción del maíz en la región de los Llanos Occidentales es el mal drenaje y los excedentes de las aguas superficiales, por lo que es necesario escoger una práctica que permita eliminar los excesos de agua de la superficie de los mismos, garantizando así un ambiente adecuado para el buen desarrollo del cultivo.

Este trabajo pretende evaluar un sistema mejorador del drenaje superficial, como son los camellones anchos conocidos como bancales. Se emplea como cultivo el maíz (*Zea mays*, L.), por ser uno de los cereales con mayor superficie de siembra y de mayor importancia nacional; los resultados, aquí obtenidos pueden servir de base para otros cultivos, en suelos y clima similares.

Las experiencias que sustentan este trabajo se llevaron a cabo entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre del año 1988 en la hacienda 'El Choro', ubicada en la localidad de Choro Soteldelfío, Municipio Píritu, Distrito Esteller, del Estado Portuguesa, donde la siembra en bancales alcanza a 1.500 ha, y representa el 90% del área total cultivada con maíz.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la siembra de maíz en bancales en los Llanos Occidentales para ver su comportamiento con respecto a las características de desarrollo del cultivo y la

escorrentía; así como analizar el rendimiento del cultivo en áreas con bancales y sin bancales.

Objetivos específicos

- Determinar la relación existente entre la humedad aprovechable acumulada en distintos sitios de un bancal y las características de índice de área foliar, la densidad radicular y la altura de la planta.
- Analizar la relación existente entre humedad aprovechable en distintos puntos del área de un bancal y el rendimiento obtenido en los mismos.
- Comparar cualitativamente la producción de un área con bancal y un área cultivada sin bancal.
- Estimar la relación entre la escorrentía teórica estimada y la registrada en un área con bancal.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO II

PLANTEO DEL PROBLEMA

Los Llanos Occidentales representan una extensión de 5.265.400 ha, de las cuales más del 50% se consideran tierras arables (Santos, 1998). Las características del área comprenden una topografía plana; suelos de gran variabilidad y complejidad, donde predominan los Inceptisoles y Vertisoles en un 64% del área, con lento drenaje externo e interno; alta precipitación anual entre 1.300 y 1.600 mm, concentrada en los meses de abril a octubre, con un promedio anual de 1.450 mm, y un pico bien marcado con un máximo en junio de 278 mm, seguido de un período seco de escasas precipitaciones.

Los Llanos Occidentales presentan baja altitud, entre 100 y 400 m.s.n.m.; altas temperaturas anuales con promedios de 26 a 32 °C y elevada humedad relativa, lo que conlleva a una acumulación excesiva de agua en el perfil del suelo, en una época, y a un déficit de la misma, en otra, lo que ocasiona que en las tierras que son utilizadas en su mayor parte para la siembra del maíz, resulten reducciones en el rendimiento, del orden del 40%.

Aun cuando se ha aplicado avances tecnológicos en la agricultura de los Llanos Occidentales, se presenta una reducción en la producción y productividad, debido a una serie de factores entre los cuales están, según Marcano (1973) los siguientes:

- Alta acumulación de agua en el suelo, que dificulta el intercambio gaseoso entre este y la atmósfera circundante, produciéndose daños al cultivo por efecto de asfixia de las raíces.
- Bajo aprovechamiento del nitrógeno por condiciones de mala aireación del suelo.
- Dificultad para realizar las labores agrícolas a tiempo, tales como el control de malezas y de plagas.
- Incremento de los problemas fitosanitarios.

Según estimaciones realizadas en el país, los suelos pesados ocupan una superficie de más de 5,2 millones de hectáreas, de las cuales existen aproximadamente 1,6 millones en los Llanos Occidentales, que presentan problemas de laboreo y/o drenaje (CIDIAT y SVCS, 1971).

Como una medida para solucionar esta problemática, en el año 1962 se creó el Comité de Fomento Regional del Maíz (FOREMAIZ), cuya finalidad esencial era desarrollar tecnologías para elevar los rendimientos de dicho cultivo. Durante los

primeros años se realizaron ensayos de mejoramiento genético, pero los rendimientos variaron muy poco. A partir de 1967 los programas contemplaron prácticas agronómicas y sistemas mejoradores del drenaje superficial. Ya en 1969, en ensayos semi-comerciales realizados en suelos arcillo limosos, en sistemas de bancales y camellones ejecutados en parcelas con graves problemas de drenaje, mejoraron los rendimientos, respecto a los obtenidos en años anteriores en la siembra en terreno plano.

El bancal o camellón ancho, que constituye uno de los métodos de drenaje superficial más antiguos, es una forma de conformación del suelo mediante las labores agrícolas mecanizadas, que permite la obtención de una estructura cóncavo-convexa permanente, que se eleva sobre la superficie del terreno para permitir el rápido movimiento y consiguiente evacuación de las aguas, y evitar, así, el encharcamiento. En la parte convexa se planta el cultivo y la cóncava constituye la vía de drenaje. Los bancales se construyen siguiendo la dirección de la máxima pendiente; el ancho y la pendiente lateral deben ser elegidos, de manera tal que permitan drenar el exceso de agua en períodos húmedos y, además, conservar la humedad del perfil en períodos secos.

Los pasos a seguir para la construcción de bancales, según Marcano (1980) son:

- Levantamiento topográfico: se realiza para determinar las pendientes del terreno, a fin de que en el trazado de los camellones y bancales, coincida la mayor longitud con la mayor pendiente.

- Replanteo en el campo mediante estaqueado.

- Construcción: los bancales se construyen con tres o cuatro pases de arado y cuatro o cinco pases de rastra, dependiendo de las condiciones de humedad del terreno. Posteriormente, se conforman con uno o dos pases de 'land-plane'. Los colectores o surcos muertos se rectifican mediante una pala angular acoplada al enganche hidráulico de tres puntas del tractor.

En el Apéndice 1 se muestra la secuencia a seguir para la construcción de los bancales y algunas características de los mismos.

Justificación del trabajo

- La producción de cultivos sobre bancales constituye una alternativa válida para la región de los Llanos Occidentales, al incrementar los rendimientos del maíz por unidad de superficie, en zonas marginales para el mismo, debido a la baja permeabilidad y mal drenaje superficial de los suelos, que ocasiona "aguachinamiento" de los mismos en el período de lluvias.

- Al mejorar el drenaje de los suelos pesados, se pueden incorporar al cultivo tierras que tradicionalmente no son utilizadas e intensificar el uso de otras que son subutilizadas por problemas de drenaje superficial. Así, mediante el aumento de las áreas de explotación agrícola y los rendimientos de los cultivos, se logran mayores beneficios socioeconómicos para un mayor número de personas, contribuyendo a mejorar el ingreso de la población rural.

- Entre 1991 y 1993 la producción de maíz en el Estado Portuguesa representó el 30% del total nacional en siembras entre 100.000 y 120.000 ha, pero con una productividad que disminuyó de 3.286 kg/ha en 1994 a 3.000 kg/ha entre 1995 y 1997, según estimaciones del MAC (1998). En parte, por los bajos rendimientos obtenidos con este cultivo, se ha recurrido a la importación del producto para satisfacer la demanda interna, con efectos negativos en la economía de los pequeños productores.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO III

REVISION DE LITERATURA

Marcano y González (1969), en demostraciones semi-comerciales, encontraron que, cuando se mejora el drenaje superficial de los suelos, mediante camellones más el auxilio de zanjillos, se obtiene un incremento en los rendimientos del maíz.

Marcano (1969) evaluó dos sistemas de preparación de suelos para la siembra de maíz, que a su vez son mejoradores del drenaje superficial: la conformación del suelo en bancales mediante araduras controladas, y los camellones asociados a una red de zanjillos. En los bancales, con anchura de 24 a 28 metros, se obtuvo un rendimiento de 5.000 kg/ha de grano seco de maíz, mientras que en los camellones con zanjillos transversales cada 50 metros, los rendimientos fueron de 3.700 kg/ha.

Marcano (1969) explica que el 'camellón' consiste en la construcción de una "estructura cóncava" (camellón y surco), donde la semilla se coloca en la parte alta, donde permanece más seca durante el desarrollo del cultivo y el surco actúa como colector facilitando la salida del exceso de agua. Para el 'bancal', o camellón ancho, la estructura cóncava puede alcanzar varios metros de anchura y a ambos lados se colocan colectores que recogen los excesos de agua.

Salazar y Meléndez (1970), en experiencias realizadas en el Sistema de Riego Guárico, obtuvieron buenos resultados con el cultivo de maíz y pasto de corte en suelos pesados, inundables en invierno, usando camellones con drenaje superficial perpendicular al camellón y transversal a la pendiente. También lograron buenos resultados sembrando maíz en bancales.

El CIDIAT y la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (1971), tomando en cuenta los resultados obtenidos por el MAC y MOP, concluyeron que el uso de camellones con drenajes perpendiculares a la pendiente, permite el logro de cosechas satisfactorias en muchos cultivos y pastos mejorados.

Guilarte y Martínez (1971), en ensayos, experimentos y pruebas semicomerciales de siembra de maíz en camellones, en el Sistema de Riego Río Boconó, durante 3 años, encontraron que con este sistema y una buena preparación de tierra, se pueden obtener rendimientos de 3.000 o más kg/ha.

Guilarte et al. (1971), en ensayos realizados en maíz en el Sistema de Riego Cojedes-Sarare, con diferentes conformaciones de terreno para drenaje, encontraron que los camellones mostraron que se mantenía una buena población inicial, mientras que los lotes en plano y surcados, requerían resiembra.

En experimentos de siembra del maíz en bancales, en suelos con graves problemas de drenaje (FOREMAIZ, 1973), se obtuvo un rendimiento promedio de

2.485 kg/ha de grano seco con 12% de humedad, siendo superior al rendimiento promedio nacional, el cual fue de 1.107 kg/ha y al rendimiento promedio del Estado Portuguesa, de 1.237 kg/ha.

Norero (1975), explicó que el exceso de humedad provocado por precipitaciones abundantes e insuficiente drenaje, reduce la porosidad aérea del suelo, limita la renovación de oxígeno y paraliza, total o parcialmente, los procesos fisiológicos involucrados en la absorción mineral.

La División de Edafología del MOP (1976), en estudios realizados en los Sistemas de Riego Cojedes-Sarare, Río Guanare y Río Boconó, determinó que el método de siembra de maíz en plano resulta inadecuado en suelos con problemas de encharcamiento. Después de 8 años de investigaciones en siembras de tipo semicomerciales y comerciales, en 1976 se seleccionó y recomendó la siembra sobre camellones por su alta eficiencia para proteger al maíz del mal drenaje superficial, reduciendo así las pérdidas por esta causa.

Marcano (1976) recomienda hacer un mayor uso del sistema de siembra en camellones anchos o bancales en aquellos suelos que presenten problemas de mal drenaje superficial, ya que son más eficientes para la eliminación de los excedentes de agua y la obtención de mayor rendimiento por unidad de superficie.

Garavito (1980), encontró que al aumentar el tiempo de inundación en la producción de maíz, los valores de altura de planta e índice de área foliar disminuían. Demostró que la producción de maíz en kg/ha era menor cuando el cultivo era sometido a inundación a los 60 días después de la siembra, que cuando se inundaba a los 26 días de vida del cultivo, para el mismo tiempo de inundación.

Ramírez (1980), demostró que la inundación del terreno durante la producción de maíz, afectaba el desarrollo normal de la altura de planta, área foliar y tamaño de mazorcas, y que los rendimientos eran menores cuando la inundación ocurría durante la etapa de polinización, que cuando ocurría en la época de desarrollo vegetativo.

Rojas (1987) señala que los sistemas de riego de los Llanos Occidentales tienen más limitaciones por problemas de drenaje que por el propio riego; y que ante la necesidad de incorporar nuevas tierras a la producción, se deben buscar soluciones para los problemas de drenaje superficial.

Indica Rojas (1987) que en el maíz, un exceso de agua en el periodo de formación del fruto puede no perjudicar mucho a la planta, pero sí afectar la formación del grano y consecuentemente afectar la producción.

Lara (1990) experimentando en una parcela de una organización económica campesina, en el distrito Camejo del Estado Apure, en una asociación maíz-algodón,

sembrados en bancales de 18 metros de ancho y orientados de acuerdo a un estudio topográfico, obtuvo, en el caso de maíz, incrementos sostenidos que oscilaron entre 104 y 110% en comparación con la siembra tradicional.

Schargel (1991) indica que las cubetas de desbordamiento con suelos de texturas finas y pobremente drenados, pueden utilizarse en sistemas de producción con maíz siempre que se mejoren las condiciones de drenaje superficial, a través de la construcción de bancales o con sistemas de drenaje parcelario que garantice la salida de los excesos de agua superficiales que puedan afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Chacón (1995) señala que los principales problemas para el uso de los suelos de los Llanos Occidentales para sistemas de producción con maíz son: déficit de humedad en posiciones topográficas altas, excesos de aguas superficiales en posiciones bajas, texturas finas y baja permeabilidad que conlleva a déficit de oxígeno y mal drenaje interno.

Indica Chacón (1995) que el uso y manejo de los suelos de los Llanos Occidentales, en sistemas de producción que comprende al maíz y otros cultivos, ha carecido de criterios edáficos que permitan un uso y manejo racional, lo que ha ocasionado un grado de deterioro considerable de los suelos, reflejado en la disminución de los rendimientos de los diferentes cultivos y en la escasa drenabilidad del área.

Pla (1995) expresa que bajo las condiciones predominantes de clima y suelo de los Llanos Occidentales, donde el sistema agrícola incluye un ciclo de maíz en la estación lluviosa, seguido de otro a la salida de lluvias, los principales problemas a controlar van desde excesos de agua a déficits, a veces en intervalos cortos de tiempo.

Marcano (1996) indica que la siembra sobre camellón puede resultar bien en aquellas zonas donde los excesos de humedad requieren del establecimiento de sistemas mejoradores del drenaje superficial y luego sobre ellos usar prácticas de conservación de suelos y aguas con rotación de cultivos y labranza conservacionista. Es necesario que los camellones puedan ser reformados después de cierto tiempo, sin realizar prácticas de labranza convencional.

Marcano y Ohep (1996) encontraron, en siembra con maíz y diferentes prácticas de manejo en un suelo Aquic Ustropepts, que cuando los niveles de la capacidad de aire del suelo estuvieron por debajo del 10%, los rendimientos del cultivo disminuyeron hasta en más de 1.000 kg/ha.

CONICIT (1997) afirma que la baja productividad del cultivo maíz, algodón, sorgo y arroz, están influenciados por la presencia de una capa de arado que impide la penetración de las raíces, problema que agrava las condiciones del mal

drenaje superficial y el escaso aprovechamiento de los fertilizantes aplicados al suelo.

Marcano (1997) expresa que el problema de exceso de agua en el suelo se puede resolver por dos vías: una, adaptando el cultivo al medio mediante el mejoramiento genético, y la otra mediante la remoción de los excesos de agua, para lo cual es necesario proponer alternativas de drenaje, siendo de vital importancia para la zona aquellas que se relacionan con la eliminación del exceso de agua de la superficie del suelo.

Rodríguez (1997) señala que zonas con problemas de drenaje por excedentes de lluvias o por suelos de muy baja infiltración son limitantes para la producción de maíz; y que el periodo de floración y llenado de grano del cultivo es el más crítico, como consecuencia de una reducción en el número de mazorcas por planta.

Balance hídrico

Norero (1975) indica que la lluvia es el elemento climático de mayor variabilidad durante el período de crecimiento del cultivo. Debido a ello, su cantidad y distribución a través del ciclo de desarrollo es de gran importancia en la producción y en la calidad de los cultivos. El efecto puede ser más o menos influyente dependiendo de la coincidencia o no entre la época de suministro de agua por las lluvias y la demanda de agua del cultivo. Así mismo, el suelo por su capacidad de almacenar parte del agua de lluvia y cederla posteriormente al cultivo, ejerce un papel amortiguador en las fluctuaciones naturales del suministro de agua. Por lo tanto, la capacidad de retención de humedad del suelo y las precipitaciones durante la época de crecimiento interactúan para determinar el grado de respuesta del cultivo.

Expresa Norero (1976) que el balance hídrico es la formulación matemática de la ley de conservación de materia, aplicada al agua en un sistema dado. El sistema puede ser de cualquier tamaño, por ejemplo: el volumen de suelo ocupado por una planta, una parcela cultivada, una cuenca hidrológica, una región, etc. Propuso un método para calcular el balance hídrico partiendo de que el total de agua que penetra a un sistema debe ser igual al agua que sale de él, más la diferencia entre los contenidos final e inicial. El procedimiento es aplicable cuando no existe contribución de agua subterránea por ascenso freático. En el caso de un suelo con cultivo, el balance es:

$$P = ET + S + Lf - Li \quad (3.1)$$

donde

P : Precipitación total: lluvia, riego, etc.

ET : Evapotranspiración

S : Esguerrimiento de agua; incluye esgurrentía hacia o desde el suelo, filtraciones, drenaje, ascenso freático, percolación

Lf : Agua remanente en el suelo al término del período

Li : Agua del suelo al iniciarse el período

Para calcular la evapotranspiración se empleó la máxima $ET = ET_m$ y se determinó a partir de la ET_o , es decir:

$$ET_m = k_c \times ET_o \quad (3.2)$$

donde

ET_m : Evapotranspiración máxima

k_c : Coeficiente del cultivo

ET_o : Evapotranspiración del cultivo de referencia

El esgurreimiento, S, se determinó mediante la ecuación:

$$S = e \times (Li + Lf)$$

donde

e : Coeficiente de esgurreimiento neto del agua

Para la realización del balance, se siguió el siguiente procedimiento:

- Se parte de un valor arbitrario, Lo , escogiendo en este caso la lámina a capacidad de campo, es decir:

$$Lo = Lc = Li.$$

donde

Lc : Lámina a capacidad de campo

Li : Lámina al iniciarse el período

- Se calcula el umbral óptimo de riego, $\mu = p$, a partir de

$$\mu = \left[r \times s \times \left(1 - \frac{ET_m}{N} \right) \right]^{1/3}$$

donde

r : Coeficiente de densidad de enraizamiento (Norero, 1976)

s : Coeficiente hidrodinámico del suelo (Norero, 1976)

N : Número de días

Con el dato anterior, se obtiene la lámina a la cual ocurre el marchitamiento incipiente L_x , con la ecuación:

$$L_x = L_c - \mu \times L_a$$

donde

L_c : Lámina a capacidad de campo

L_a : Lámina total aprovechable

Siguiendo el procedimiento, se calcula el coeficiente de escurrimiento neto del agua, e , a partir de:

$$e = \frac{0,4 \times P^2}{(ET_m + P) \times L_c}$$

la lámina remanente L_{fx} :

$$L_{fx} = \frac{P - ET_m + (1 - e) \times L_i}{1 + e}$$

y finalmente la humedad promedio del suelo durante el mes, \bar{L}_x

$$\bar{L}_x = 0,5 \times (L_i + L_f) \text{ en cm}$$

Número de curva (CN)

Para la corrección del número de curva se empleó el método desarrollado por el Soil Conservation Service. Este método se utiliza para estimar la escorrentía total a partir de datos de P y otros parámetros. Se basa en la relación siguiente:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{Pe} \quad (3.3)$$

donde

F : Infiltración real acumulada

S : Infiltración potencial

Q : Escorrentía real acumulada

Pe : Escorrentía potencial o exceso de precipitación

La infiltración potencial, S, es una función del suelo, de las condiciones de la superficie del terreno y la humedad inicial; se define por:

$$S = \frac{2.540}{CN} - 25,4 \quad , \text{ para } S \text{ en cm} \quad (3.4)$$

donde

CN : Número de curva

El valor de CN depende del tipo de suelo, uso de la tierra y condición hidrológica del área. El suelo se identifica como grupo A, B, C, y D, de acuerdo a su potencial de escorrentía (Tabla 1); la condición hidrológica está en función del porcentaje de cobertura del terreno. En las Tablas 2 y 3, se obtiene el número de la curva.

La escorrentía potencial, Pe, se define como:

$$Pe = P - Ia$$

donde

Ia : Abstracciones iniciales; se define como la precipitación acumulada hasta el inicio de la escorrentía

P : Lluvia de diseño

El término Ia, viene dada por:

$$Ia = 0,2 \times S$$

Tabla 1. Clasificación hidrológica de los suelos según el SCS (Rojas, 1987).

Los grupos hidrológicos en que se pueden dividir los suelos son utilizados en planeamiento de cuencas para la estimación de la escorrentía a partir de la precipitación. Las propiedades de los suelos que son considerados para estimar la tasa mínima de infiltración para suelos "desnudos" luego de un humedecimiento prolongado son: profundidad del nivel freático de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego de humedecimiento prolongado y profundidad hasta un estrato de permeabilidad muy lenta. La influencia de la cobertura vegetal es tratada independientemente.

Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C y D de acuerdo al potencial de escorrentía.

- A. (Bajo potencial de escorrentía). Suelos que tiene alta tasa de infiltración aún cuando muy húmedos. Consisten de arenas o gravas profundas bien o excesivamente drenados. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua. (Incluyen: Psamments^{1/}, excepto por aquellas en los subgrupos Líticos, Aquicos o Aquodicos; suelos que no estén en los grupos C o D y que pertenezcan a las familias: fragmentarias, esqueleto-arenosas o arenosas; suelos grosarénicos de Udufts y Udafts; y suelos en subgrupos Arénicos de Udufts y Udafts excepto por aquellas en familias arenosas o finas.
- B. (Moderadamente bajo potencial de escorrentía). Suelos con tasas de infiltración moderadas cuando muy húmedas. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas (suelos que no estén en los grupos A, C o D).
- C. (Moderadamente alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Consiste de suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de textura moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o alkali o suelos con mesas moderadas. Esos suelos pueden ser pobremente drenados o bien moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm) (comprende suelos en subgrupos albicos o aquicos; suelos en subgrupos arénicos de aquents, aquepts, aquellas, aqualf y aquilt en familias francas; suelos que no estén en el grupo D y que pertenecen a las familias finas, muy finas o arcillosas excepto aquellas con mineralogía caolínica, oxídica o haloisítica; humods y orthods; suelos con fragipanes de horizontes petrocálcicos; suelos de familias "poco profundas" que tienen subestratos permeables; suelos en subgrupos líticos con roca permeable o fracturada que permite la penetración del agua).
- D. (Alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración muy lenta cuando muy húmedos. Consiste de suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con "claypan" o estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o alkali y suelos poco profundo sobre material caso impermeable. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta (incluye: todos los Vertisoles y Aquods; suelos en Aquents, Aquepts, Aquols, Aqualf y Aquilts, excepto los subgrupos Arénicos en familias francas, suelos con horizontes mátricos, suelos en subgrupos Líticos con subestratos impermeables; y suelos en familias poco profundas que tienen un subestratos impermeable).

^{1/} Algunas traducciones del término en inglés han sido tomadas de: Fausto Maldonado P., "La adaptación al Castellano de los nombres usados en la 7ª aproximación". IICA, Costa Rica, 1971.

Tabla 2. Curvas de escorrentía, CN, para los complejos suelo - cobertura para condición de humedad II y $I_a = 0,2 \times S$ (Rojas, 1987).

Cobertura			Grupo de Suelos			
Uso de la tierra	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	A	B	C	D
			Número de Curva			
Rastrojo	Hileras rectas	—	77	86	91	94
Cultivos en hileras	Hileras rectas	Mala	71	81	88	91
	Hileras rectas	Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
	Curvas de nivel	Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
	Curvas de nivel y terrazas	Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
	Hileras rectas	Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
	Curvas de nivel	Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
	Curvas de nivel y terrazas	Buena	59	70	78	81
Leguminosas ^{1/} en hileras estrechas o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
	Hileras rectas	Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
	Curvas de nivel	Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
	Curvas de nivel y terrazas	Buena	51	67	76	80
Pastos de pastoreo		Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	Curvas de nivel	Mala	47	67	81	88
	Curvas de nivel	Regular	25	59	75	83
	Curvas de nivel	Buena	6	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
		—	59	74	82	86
Patios		—	72	82	87	89
Caminos		—				
Tierra ^{2/}		—				
Pavimentos ^{2/}		—	74	84	90	92

^{1/} Siembra tupida o al voleo
^{2/} Incluyendo derecho de vía

Tabla 3. Número de curva para casos de condición de humedad antecedente I y III. (Rojas, 1987).

CN para condición II	CN para condiciones I y III		Valores S (pulgadas)	La Curva * comienza cuando P = (pulgadas)	CN para condición II	CN para condiciones I y III		Valores S (pulgadas)	La Curva * comienza cuando P = (pulgadas)
100	100	100	0	0	60	40	78	6.67	1.33
99	97	100	.101	.02	59	39	77	6.95	1.39
98	94	99	.204	.04	58	38	76	7.24	1.45
97	91	99	.309	.06	57	37	75	7.54	1.51
96	89	99	.417	.08	56	36	75	7.86	1.57
95	87	98	.526	.11	55	35	74	8.18	1.64
94	85	98	.638	.13	54	34	73	8.52	1.70
93	83	98	.753	.15	53	33	72	8.87	1.77
92	81	97	.870	.17	52	32	71	9.23	1.85
91	80	97	.989	.20	51	31	70	9.61	1.92
90	78	96	1.11	.22	50	31	70	10.0	2.00
89	76	96	1.24	.25	49	30	69	10.4	2.08
88	75	95	1.36	.27	48	29	68	10.8	2.16
87	73	95	1.49	.30	47	28	67	11.3	2.26
86	72	94	1.63	.33	46	27	66	11.7	2.34
85	70	94	1.76	.35	45	26	65	12.2	2.44
84	68	93	1.90	.38	44	25	64	12.7	2.54
83	67	93	2.05	.41	43	25	63	13.2	2.64
82	66	92	2.20	.44	42	24	62	13.8	2.78
81	64	92	2.34	.47	41	23	61	14.4	2.88
80	63	91	2.50	.50	40	22	60	15.0	3.00
79	62	91	2.66	.53	39	21	59	15.6	3.12
78	60	90	2.82	.56	38	21	58	16.3	3.26
77	59	89	2.99	.60	37	20	57	17.0	3.40
76	58	89	3.16	.63	36	19	56	17.8	3.58
75	57	88	3.33	.67	35	18	55	18.6	3.72
74	55	88	3.51	.70	34	18	54	19.4	3.88
73	54	87	3.70	.74	33	17	53	20.3	4.06
72	53	86	3.89	.78	32	16	52	21.2	4.24
71	52	86	4.08	.82	31	16	51	22.2	4.44
70	51	85	4.28	.86	30	15	50	23.3	4.66
69	50	84	4.49	.90					
68	48	84	4.70	.94	25	12	43	30.0	6.00
67	47	83	4.92	.98	20	9	37	40.0	8.00
66	46	82	5.15	1.03	15	6	30	56.7	11.34
65	45	82	5.38	1.08	10	4	22	90.0	18.00
64	44	81	5.62	1.12	5	2	13	190.0	38.00
63	43	80	5.87	1.17	0	0	0	infinito	infinito
62	42	79	6.13	1.23					
61	41	78	6.39	1.28					

* Para CN en la columna 1

La escorrentia total Q, se calcula a partir de:

$$Q = \frac{(P - 0,2 \times S)^2}{(P + 0,8 \times S)}$$

empleando el procedimiento siguiente:

1. Se obtiene Q y la duración (t) de la faja de cada evento.
2. Se calcula S, para el CN correspondiente.
3. Con el valor de P obtenido de la faja, se calcula la escorrentia total Q.
4. Se obtiene Pe, a partir de Ia
5. Se despeja F de la fórmula (3.3)
6. Se obtiene P, a partir de $P = F + Q + Ia$, para ver si coincide con el valor de P del punto 3.

7. Con el valor de Q y P medidos, se corrige el valor de CN, a partir de la fórmula:

$$S = 5 \left[P + 2Q - \sqrt{(4 \times Q^2 + 5 \times P \times Q)} \right]$$

sustituyendo

$$CN = \frac{2.540}{(S + 25,4)} \quad , S \text{ en cm}$$

8. El valor obtenido de CN, se compara con el CN tomado de la Tabla 3, para ver si cae dentro del rango de humedad antecedente I y III.
9. Se aceptan como válidos las mediciones de campo, obteniéndose los valores definitivos de Pe y F.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en la Hacienda 'El Choro', ubicada en la localidad de Choro Soteldeño, Municipio Píritu, Distrito Esteller, del Estado Portuguesa. La ubicación geográfica del área está dada por 9° 22' 35" de latitud norte y 69° 12' 49" de longitud oeste y tiene una elevación promedio de 230 msnm. Según la clasificación de Zonas de Vida de Venezuela, se ubica en la zona de bosque seco tropical (Holdridge, 1964). La ubicación del área de ensayo se indica en la Figura 1.

Datos climáticos del área de estudio

- La precipitación promedio anual de la zona es de 1.652 mm, de los cuales 1.175 mm, corresponden a los meses de mayo a septiembre, que comprende el ciclo del cultivo. Los datos registrados en la estación pluviográfica 'Píritu', que es la más cercana al área experimental, para la serie 1970-1983, indica que el año de mayor precipitación fue 1983 con 1.980 mm y el de menor precipitación el año 1974 con 1.068 mm.

- La evaporación promedio anual es de 1.767,70 mm, correspondiendo 603,40 mm al lapso de mayo a septiembre. El año de máxima evaporación fue 1975 con 1.951,30 mm y el de menor evaporación el año 1982 con 1.534,90 mm.

- El régimen de temperaturas medias mensuales, oscila entre un valor mínimo mensual de 25,7 °C y un máximo de 28,6 °C, para un valor promedio mensual de 27,2 °C.

La Tabla 4 incluye los promedios mensuales de precipitación y evaporación para la serie considerada, 1970-1983. Los datos de precipitación corresponden a la estación pluviográfica 'Píritu' y los de evaporación y temperatura a la estación meteorológica 'Colonia Turén-1.A.' del MARNR y se muestran en el Apéndice 2; conjuntamente con datos de radiación media e insolación solar.

Suelos

Los suelos son de textura fina, y de baja capacidad de infiltración, lo que produce acumulación de agua sobre la superficie del terreno cuando ocurren lluvias de alta intensidad. Según el Sistema de Clasificación Norteamericano de las ocho clases, modificado por Comerma y Arias (1971) para estimar la capacidad de uso agropecuario de las tierras, se clasifica como IIIsd, con limitaciones por texturas

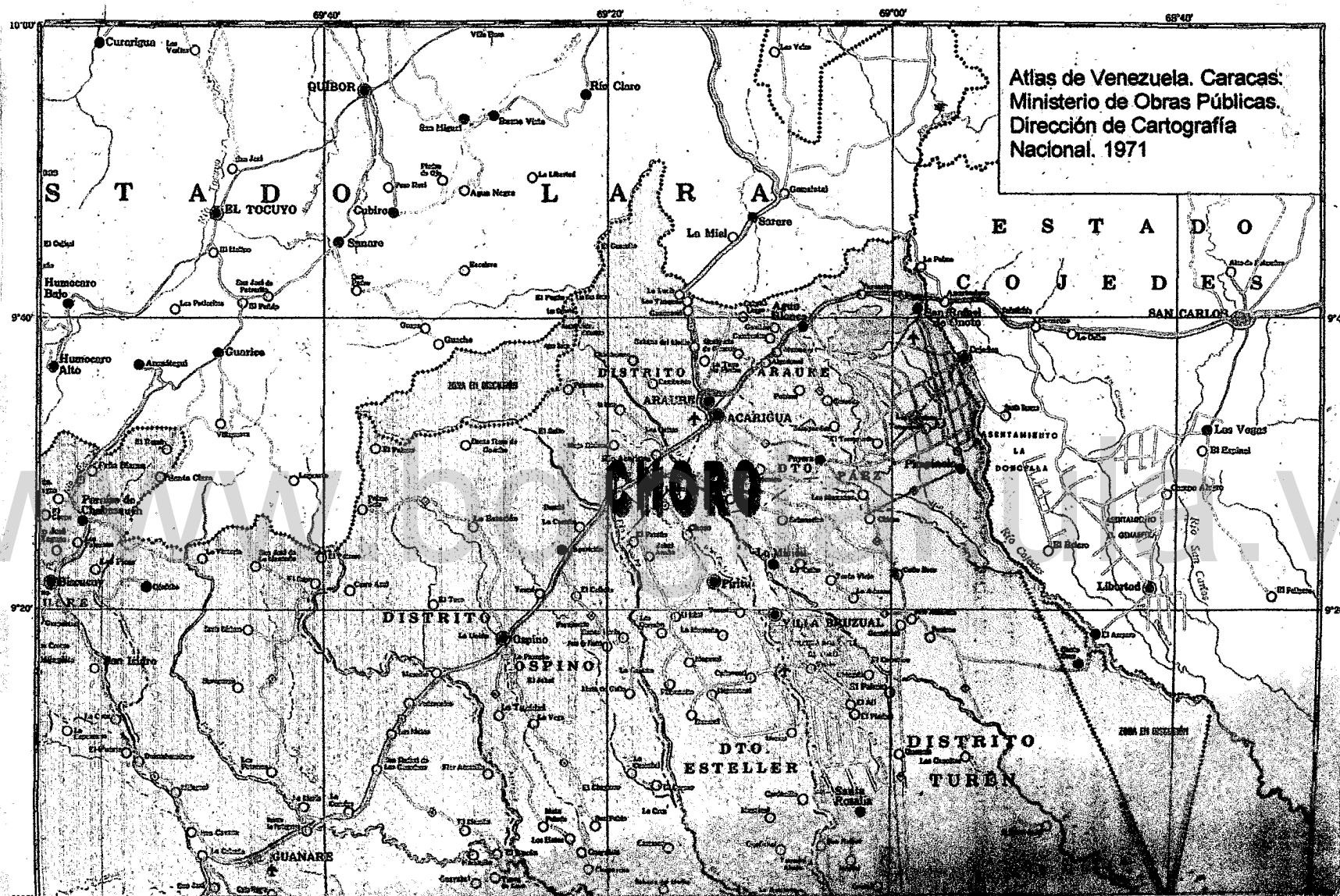


Figura 1. Ubicación del área de estudio (MOP, 1971).

Tabla 4. Promedios mensuales de precipitación y evaporación para la serie 1970-1983.

Meses	P mm	Ev mm
ENERO	12,10	175,60
FEBRERO	8,60	196,30
MARZO	26,60	227,00
ABRIL	133,20	176,50
MAYO	250,00	129,50
JUNIO	270,80	113,40
JULIO	257,70	120,20
AGOSTO	203,40	122,70
SEPTIEMBRE	193,40	117,60
OCTUBRE	174,10	125,60
NOVIEMBRE	75,40	121,10
DICIEMBRE	46,40	138,90
Total	1.651,70	1.764,40

Fuente : MARNR, 1988

arcillosas y problemas de mal drenaje de los suelos, tanto interno como externo (FUDECO, 1981). Pertenecen al orden Inceptisol clasificado como un Vertic Ustropepts, formado por deposiciones de origen aluvial de los ríos Acarigua y Guache y del caño Buchí (Apéndice 3).

Las continuas y numerosas inundaciones, debido a la poca profundidad de estos ríos, ha favorecido la deposición de materiales, diferentes en calidad y cantidad, en diversas localidades, dificultando así la determinación de áreas homogéneas, por cuanto es muy frecuente encontrar asociaciones, donde coexisten tierras de buena calidad, con tierras de mediana y baja calidad (Mogollón, 1997). En el área experimental los suelos en el estrato de 0-40 cm de profundidad, son de textura arcillo limosa, con pH promedio de 4,6 y un contenido de materia orgánica de 4,31% (Apéndice 4). En el mismo apéndice se presenta la capacidad de retención de humedad del suelo, determinada en el laboratorio a 1/3, 10 y 15 atmósferas, con

un valor promedio de capacidad de campo, CC, de 27% y de punto de marchitez permanente, PMP, de 13,30%.

Los suelos son aptos para la explotación agrícola y ganadera, especialmente aplicando un programa de manejo, basado en un correcto abonamiento, adecuadas rotaciones y eficientes drenajes.

Cultivo

El maíz es uno de los cereales más importantes para el consumo humano y animal, se cultiva para grano y forraje en climas variados desde la zona templada hasta la tropical. Los métodos de siembra y el espaciamiento entre plantas son variados, siendo los fertilizantes y el agua factores decisivos para elegir la densidad correcta. Esta varía desde 20.000 plantas/ha para variedades de tamaño grande, hasta 80.000 plantas/ha para las de tamaño pequeño. El espaciamiento entre hileras va desde 0,60 - 1,00 m. Cuando se cultiva para forraje la población de plantas aumenta en un 50%.

La planta se desenvuelve bien en la mayoría de los suelos, aunque tiene ciertos problemas en los muy arenosos y en los arcillosos, muy densos y pesados. El suelo debe ser, preferiblemente, bien aireado y bien drenado, porque el cultivo es susceptible al encharcamiento, especialmente durante la floración y formación del grano. La fertilización del suelo es de gran importancia para el cultivo, ya que sus necesidades son relativamente elevadas.

El maíz es un usuario eficiente del agua y, siendo un cultivo productor de grano con un período medio de madurez, exige entre 500 y 800 mm de agua para lograr la máxima productividad (FAO, 1979). Es relativamente tolerante al déficit hídrico en cualquier estado de desarrollo, pero tiene dos periodos en su crecimiento en los cuales la inadecuada disponibilidad de agua en el suelo afecta notablemente la producción de grano, según Rodríguez (1997). El primero es durante el establecimiento del cultivo, cuando el número de plantas puede reducirse drásticamente, por déficit de agua en el suelo, afectando la producción.

El lapso de 1-2 semanas antes y después de la floración, es el segundo período más sensible para la reducción de los rendimientos de maíz, pudiendo ser las pérdidas en granos mayores del 25%. Cuando el stress hídrico ocurre durante el crecimiento vegetativo del cultivo, el efecto principal es una reducción en el crecimiento foliar, por lo que puede esperarse baja producción de materia seca, y por lo tanto, de rendimiento de grano. Si el stress acontece durante el llenado del grano se reduce la actividad fotosintética de la planta, presentándose una baja en la producción ocasionada por granos de menor peso.

Características del ensayo

El trabajo se realizó en el Estado Portuguesa y comprendió dos partes, una, el análisis cualitativo de la producción de maíz en área sin bancal y en área de bancal, en siembras experimentales en Agua Blanca para la serie 1970-1977 y siembras comerciales en Turén, para la serie 1978-1983. Se evaluó la producción de maíz en cuanto a rendimiento en kg/ha, y su relación con la precipitación caída en el ciclo; se determinó la curva del coeficiente del cultivo y se realizó un balance hídrico anual y para el ciclo del cultivo, para identificar los meses de excesos de agua.

La segunda parte, comprendió el estudio experimental en una siembra comercial de maíz en un área de bancal, en una hacienda agropecuaria, ubicada en Choro, Municipio Píritu, donde la siembra de maíz se rota con el cultivo de sorgo forrajero. El estudio se realizó de mayo a septiembre del año 1988, y se midieron los componentes del balance hídrico.

Comparación de la producción histórica del maíz en bancales, con respecto a la producción en terreno plano.

- Se tomaron datos de producción del maíz en suelo plano, en cuanto a rendimiento en kg/ha, correspondientes a un período de 14 años, 1970-1983. Dicha información se obtuvo de los registros del Ministerio de Agricultura y Cría, MAC, con sede en Acarigua, Estado Portuguesa.

- Se analizó la producción del maíz en bancales, con respecto al agua que estuvo a disposición del cultivo cada año, para lo cual se realizó un balance hídrico del suelo en equilibrio con el clima, año por año, y para los meses de siembra del cultivo, que es de abril a septiembre, para la serie 1970-1983. Los datos de precipitación mensual y evaporación, para los años 1970-1977, se tomaron de la estación meteorológica 'Las Majaguas', y para la serie 1978-1983 de la estación 'Colonia Turén-1.A.', ubicadas en la zona de estudio (Apéndice 2). Se tomaron dos estaciones por cuanto los rendimientos de maíz en bancales corresponden una parte a la zona de Agua Blanca y la otra a la zona de Turén.

- La evapotranspiración del maíz, ET, requerida para realizar el balance hídrico de los meses del ciclo de cultivo, se calculó por el procedimiento de la FAO (Doorembos y Pruitt, 1976), basado en los datos de evaporación de la tina standard tipo A, afectados por el coeficiente de evaporación del tanque de 0,80 y el coeficiente del cultivo, k_c . Dado que el ciclo de cultivo se desarrolla íntegramente en el periodo de lluvia, se consideró que la evapotranspiración del cultivo es la máxima, esto es, $ET = ET_m$.

- A los fines de la realización del balance hídrico del suelo, se consideró una capacidad de almacenamiento de 70 mm, con base en las características edafotécnicas del suelo y la profundidad de raíces (De León, 1976). El objeto del

balance es identificar períodos de déficit o exceso de agua durante el ciclo de maíz y determinar su efecto sobre el rendimiento de la siembra en plano o en bancales, para la serie 1970-1983.

Análisis de la producción del maíz en bancal, con base en mediciones hidrológicas, edáficas y de producción efectuadas en el propio bancal.

- Esta fase del trabajo se realizó entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre de 1988, en una parcela de 12 ha de siembra de maíz en bancales, en la Hacienda 'El Choro', ubicada en la localidad de Choro Soteldero, Municipio Píritu, Distrito Esteller, del Estado Portuguesa.

Instalación del ensayo

La superficie de 12 ha, se conformó en 28 bancales de diferente tamaño. De ellos se seleccionó un bancal, que constituye una unidad hidrológica independiente, de 300 m de longitud y 25 m de ancho, esto es, de una superficie de 7.500 m² (Figura 2). Se escogió el último bancal del área, por cuanto era el que permitía medir toda el agua ingresada al mismo, producto de las precipitaciones caídas y de la escorrentía proveniente de los demás bancales.

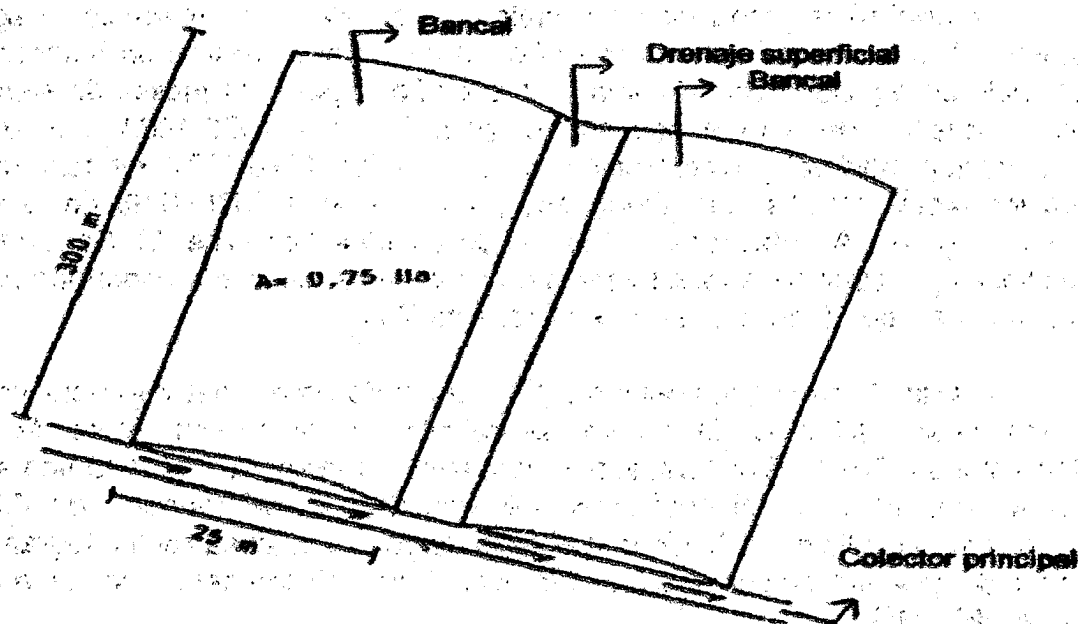
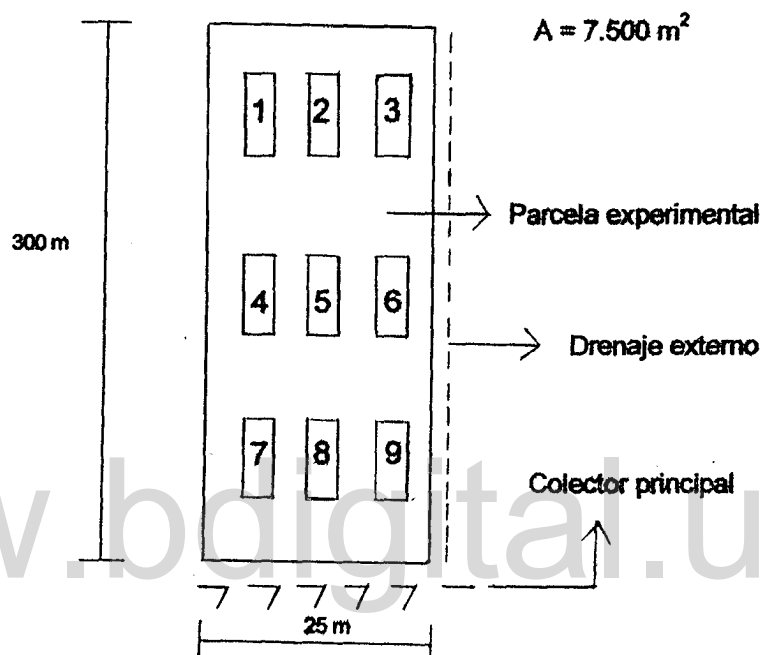


Figura 2. Dimensiones del bancal.

En el bancal seleccionado, se establecieron nueve áreas parciales de muestreo, ubicadas 3 en la cabecera, 3 en el centro y 3 en el pie; cada área parcial estuvo compuesta por cuatro hileras de maíz, de 5 m de longitud y separadas a 0,90 m, para un ancho de 3,60 m, representando un área de 18 m² (Figura 3). La pendiente transversal promedio es de 2 % y la longitudinal de 0,50 %.

a.-



b.-

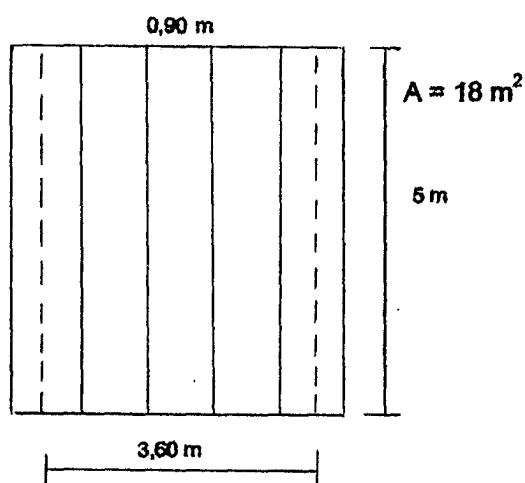


Figura 3. a.- Área del bancal
b.- Área de la parcela experimental.

El rendimiento promedio de las nueve áreas parciales de muestreo del bancal seleccionado, se comparó con el obtenido en una parcela de maíz sembrada en área sin bancal, ubicada a 50 m del bancal experimental, dentro de la misma finca.

Es de resaltar que la selección del cultivar de maíz, el cual fue 'Choro 1', y todas las labores culturales realizadas al cultivo, fue decisión del administrador de la finca, por lo cual, en el bancal experimental, se aplicó el mismo paquete tecnológico que en los otros bancales y en el área sin bancal; en esta última, no se realizaron mediciones, por cuanto fue imposible instalar los mismos aparatos que se colocaron en el área del bancal experimental.

Las labores agronómicas realizadas al cultivo se incluyen en la Tabla 5, donde se observa que se hizo una fertilización básica al voleo, de 700 kg/ha de 12-12-17/2 antes de la siembra, y posteriormente, el día 03/06/88, se sembraron 18 kg/ha del cultivar seleccionado. Se realizaron dos aplicaciones de herbicida, la primera un día después de la siembra, con una mezcla de Prowl + Gramoxone y la segunda con Basagran a los 20 días de vida del cultivo; y 4 aplicaciones de insecticidas a razón de 1 l/ha, a los 8, 18, 23 y 28 días de siembra; la segunda aplicación se realizó con Inisan y las demás con Nudrín. Las dos últimas aplicaciones se mezclaron con 150 kg/ha de urea. La labor de cultivo se efectuó a los 28 días de vida del mismo y la de cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra, el día 01/10/88. En el Apéndice 5 se especifica el ingrediente activo de los productos comerciales y sus respectivas dosis.

Técnica experimental

El estudio de campo se llevó a cabo durante el período comprendido desde los meses de junio a septiembre. Las épocas de muestreo para las determinaciones se hicieron a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo; al inicio del trabajo se decidió realizar las determinaciones cada 15 días, pero por problemas propios de las variaciones climáticas, principalmente precipitaciones intensas y frecuentes, se hicieron en las fechas mencionadas anteriormente.

Los análisis de suelo de muestras tomadas de 0-20 y 20-40 cm de profundidad, fueron efectuados por el laboratorio de la División de Información e Investigación del Ambiente (MARNR-Guanare), mediante un análisis de rutina, en los cuales se determinó la textura, el pH, la conductividad eléctrica, % de materia orgánica, el fósforo (ppm) y el potasio (ppm) disponible, la densidad aparente y los valores de equilibrio de humedad en el suelo (Apéndice 4).

Con los valores de equilibrio de humedad en el suelo: capacidad de campo y punto de marchitez permanente, y la densidad aparente, se calculó la lámina total de agua disponible; para ello se utilizó la ecuación siguiente:

$$dt = \frac{CC - PMP}{100} \times Da \times D \quad (4.1)$$

donde

dt : Lámina total de agua disponible

CC : Contenido de agua en base a peso a la capacidad de campo

PMP : Contenido de agua en base a peso al punto de marchitamiento permanente

Da : Densidad aparente del estrato

D : Profundidad de las raíces en función del tiempo

Tabla 5. Labores agronómicas realizadas al cultivo.

Labor	Cantidad/ha	dds
Fertilización básica, voleo de 12-12-17/2	700 kg	Pre-siembra
Siembra	18 kg	-
Herbicida: Pendimethalin + Paraquat	4 l + 2 l	Pre-emergente
Insecticida: Methomyl 24%	1 l	8
Monocrotofos	1 l	18
Herbicida: Bentazon	2 l	20
Insecticida: Methomyl 24% + Urea	1 l + 150 kg	23
Insecticida: Methomyl 24% + Urea	1 l + 150 kg	28
Cultivo		28
Cosecha		120
Fecha de siembra: 03/06/88 y dds: días después de la siembra.		

La distribución de raíces del cultivo, en cuanto a profundidad y densidad, se obtuvo de dos calicatas abiertas en las áreas de muestreo 5 y 8, seleccionadas al azar; las dimensiones de las mismas fueron 60 cm de largo, 70 cm de ancho y 50 cm de profundidad. Una vez abierta la calicata, y expuestas las raíces, se lavaron bien, y se procedió a colocar sobre ellas una rejilla metálica cuadrículada de 50 cm de ancho por 40 cm de profundidad, que permitió el conteo del número de raíces. Esta metodología es utilizada por los técnicos de la Estación Experimental Araure, FONAIAP, y se lleva a cabo cuando el cultivo ha alcanzado su máximo desarrollo, que es a los 60 días, aproximadamente.

Como la profundidad de enraizamiento varía con el crecimiento del cultivo, se empleó la ecuación de Norero (1976) para cultivos estacionales, en general, que permite determinar la profundidad de raíces, D, para cada período del ciclo vegetativo.

$$D = 1,8 \times \frac{t}{t_c} \times 1,50 - \frac{t}{t_c} \times D_x \quad (4.2)$$

donde

t_c : Tiempo en días que dura el ciclo vegetativo

t : Tiempo en días variables, desde $t = 0$ a $t = t_c$

D_x : Profundidad radical en estado adulto y sin impedimento pedogenético

La variación de humedad se efectuó a partir de la toma de muestras de suelo en cada área de muestreo a profundidades de 0-20 y 20-40 cm, al cumplirse los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo. Se utilizó el método gravimétrico, en el cual las muestras extraídas con barreno, después de colocadas en potes de aluminio, tapados, se llevaron a la estufa a 110 °C, durante 24 horas. El contenido de agua se obtuvo por diferencia de peso, al entrar y salir de la estufa.

Con el propósito de obtener el coeficiente del cultivo, que define la curva de k_c del maíz, para cada una de las etapas de desarrollo del cultivo, se empleó el procedimiento de la FAO (Doorembos y Pruitt, 1976), considerando las condiciones climáticas predominantes.

El coeficiente k_c es una expresión de las características morfológicas y fisiológicas del cultivo y expresa la variación de su capacidad para extraer agua del suelo durante el ciclo vegetativo. En cultivos estacionales, como el maíz, el coeficiente varía en función del tiempo por el cual se requiere conocer el k_c que corresponda a cada período en que pueda dividirse el ciclo vegetativo. Esto se logra mediante la obtención de la 'Curva Unica Ajustable'; para ello, se divide previamente

el ciclo en cuatro fases, Tabla 6, cuya duración se determina en el campo, con base en el seguimiento de desarrollo del cultivo.

Tabla 6. División del ciclo del cultivo en fases y su duración según la FAO (Doorembos y Pruitt, 1976).

Fase del cultivo	Nº	Duración
Inicial	1	Germinación y crecimiento inicial, hasta que la superficie del terreno esté cubierta apenas o nada por el cultivo.
Desarrollo	2	Desde el final de la fase inicial hasta una cubierta efectiva completa (70 a 80%)
Mediados del período	3	Desde que se obtiene la cubierta sombreada efectiva hasta el inicio de la maduración.
Finales del período	4	Desde el final de la anterior hasta la plena maduración o recolección.

En la fase inicial, k_c se relaciona con la frecuencia de la reposición de agua al suelo por medio de la lluvia o el riego, y de la evapotranspiración del cultivo de referencia; se obtiene de la Figura 4, a partir del valor medio de la $ET_m = 4,00$ mm/día para el ciclo junio-octubre y una frecuencia de riego de 7 días. Los valores de k_c para las fases 3 y 4, se tomaron de la Tabla 7, con base en las condiciones climáticas de la zona: humedad relativa mínima > 70 % y velocidad del viento entre 0-5 m/seg. Con los valores de k_c obtenidos y con la duración de cada fase, se trazaron líneas rectas, obteniéndose una figura, que al suavizarse permitió obtener la curva verdadera, con los valores de k_c para cada mes.

Para determinar la influencia de la humedad del suelo sobre el crecimiento del cultivo, se midió la altura de planta a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo, para lo cual se seleccionó al azar dos plantas en cada área de muestreo. La medición se realizó desde el último nudo inferior de las plantas a las hojas superiores, hasta que el cultivo alcanzó el máximo crecimiento, a los 60 días de vida.

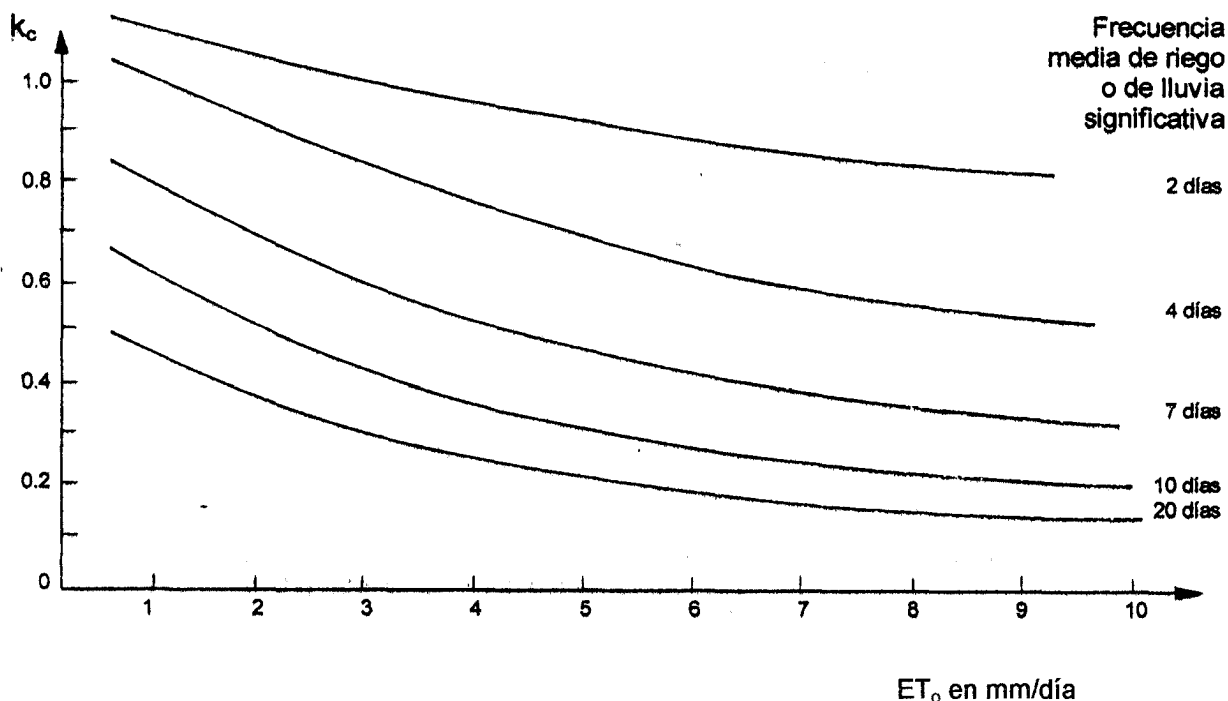


Figura 4. Valores promedio de k_c para la fase inicial de desarrollo en relación con el nivel de ET_0 y la frecuencia del riego o de la lluvia (Doorembos y Pruitt, 1976).

Se efectuaron mediciones de área foliar a los 29, 41, 50 y 67 días después de la siembra, en cada área de muestreo, con la finalidad de determinar el efecto de la humedad del suelo sobre el índice de área foliar, IAF. Se seleccionaron dos plantas por cada área, a las cuales se les midió el largo y el ancho de las hojas para obtener el área foliar y en función del área de terreno ocupado por cada planta, que equivale en este caso a $0,90 \text{ m}^2$ y de acuerdo al número de ellas, calcular el IAF, mediante el procedimiento utilizado por los técnicos del FONAIAP- Acarigua (comunicación personal). Se empleó la ecuación siguiente:

$$IAF = \frac{AFT}{AT} \times N \quad (4.3)$$

$$AFT = \sum AF$$

donde

IAF : Índice de área foliar

AFT : Área foliar de la planta

AF : Area foliar de cada hoja, medida de un solo lado: es igual a largo x ancho

AT : Area de terreno ocupado por cada planta, equivalente a 0,90 m²

N : Número de plantas por metro

Tabla 7. Coeficientes de cultivo k_c correspondiente a cultivos intensivos y de hortalizas en diferentes fases de su crecimiento y según las condiciones climáticas predominantes, según la FAO (Doorembos y Pruitt, 1976).

Cultivo	Humedad Viento (m/s)		RH min 0-5	> 70 % 5-8	RH min 0-5	> 20 % 5-8
Todos los cultivos extensivos	Fase de desarrollo Inicial	1				
Alcachofas (perennes, cultivadas limpias)	De desarrollo del cultivo mediados recolección	2				
		3	0,95	0,95	1,00	1,05
		4	0,90	0,90	0,95	1,00
Cebada		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,25	0,25	0,20	0,20
Frijoles verdes		3	0,95	0,95	1,00	1,05
		4	0,85	0,85	0,90	0,90
Frijoles secos		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,30	0,30	0,25	0,25
Remolachas (de mesa)		3	1,00	1,00	1,05	1,10
		4	0,90	0,90	0,95	1,00
Zanahorias		3	1,00	1,05	1,10	1,15
		4	0,70	0,75	0,80	0,85
Ricino		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,50	0,50	0,50	0,50
Apio		3	1,00	1,05	1,10	1,15
		4	0,90	0,95	1,00	1,05
Maíz dulce		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,95	1,00	1,05	1,10
Maíz (grano)		3	1,05	1,10	1,15	1,25
		4	0,55	0,55	0,60	0,60
Algodón		3	1,05	1,15	1,20	1,25
		4	0,65	0,65	0,65	0,70

La lluvia caída durante el ciclo del cultivo, fue registrada en un pluviógrafo, instalado en un sitio despejado, para medir cada evento sin interferencia de árboles, y cercano al bancal de estudio. El aparato contaba con una banda de registro para dos meses, que se chequeaba cada tres días. En la Figura 5 se observa la instalación y calibración del pluviógrafo por un técnico de la Fuerza Aérea Venezolana, de la estación meteorológica 'Aeropuerto-Acarigua'.



Figura 5. Instalación y calibración del pluviógrafo en el área experimental.

El volumen de agua escurrido de la parcela, en las precipitaciones más relevantes durante el ciclo del cultivo, se midió por medio de un limnógrafo instalado en el canal de drenaje principal, que recogía el agua de las 12 ha. El flotador del limnógrafo se colocó dentro de un pozo de observación de un aforador Parshall®, el cual tenía una longitud total de 91,50 cm, un ancho de garganta de 7,60 cm y una profundidad de 43,00 cm, siendo la ecuación del gasto la siguiente $Q = 0,1771 \times h_a^{1,55}$. El aforador Parshall® se instaló sobre el canal de drenaje, de manera que el agua escurrida del bancal pasara por el aforador y se registrara la altura en el limnógrafo.

Con base en los valores registrados en el aparato, se calculó el coeficiente de esorrentía teórico. Se empleó la ecuación siguiente:

$$C = 4,573 + 1,62 \times (E_{24}) \quad (4.4)$$

donde

C : Coeficiente de escorrentía

E₂₄ : Escorrentía de diseño para 24 horas, se calcula a partir de

$$E_{24} = \frac{E \times 24}{t_d} \quad ; \text{ en cm} \quad (4.5)$$

donde

t_d : Tiempo de drenaje que equivale a 24 horas para maíz

E : Escorrentía de diseño, en cm; viene dada por:

$$E = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \quad (4.6)$$

donde

P : Lluvia de diseño, en cm

S : Infiltración potencial, en cm

El valor de S se define así:

$$S = \frac{2.540}{CN} - 25,4$$

donde

CN : Número de curva; depende del tipo de suelo, cultivo y condición hidrológica del área.

Se instalaron, en el área de bancales, cuatro pozos de observación del nivel freático, ubicado uno en cada extremo de la misma. Para ello, se hizo una perforación de 2,10 m de profundidad, se rellenó el fondo con piedras pequeñas y se colocó dentro una manguera de polietileno perforada, de 2,30 m de longitud y 2" de diámetro, con piedras pequeñas a su alrededor, para evitar el taponamiento de la misma. El orificio de entrada de agua desde la superficie, se cubrió con material plástico. Para determinar el ascenso del agua en la manguera y su posible influencia en el desarrollo del cultivo, se hicieron mediciones frecuentes, después de la ocurrencia de lluvias intensas.

En las Figuras 6 y 7 puede observarse la instalación de los pozos de observación.

Cuando el cultivo alcanzó su máximo crecimiento se hizo una evaluación de las plantas en cada área de muestreo; se observó el desarrollo de las mismas, el color de las hojas, los tallos, el número de plantas por hilera y el total de plantas cosechadas para, posteriormente, relacionar las características observadas con el rendimiento obtenido.

La evaporación ocurrida durante el ciclo del cultivo, se tomó de la estación 'Colonia Turén-1.A.', la más cercana al área de estudio, donde se midió a partir de la Tina Standard tipo A. Con los datos de evaporación se calcularon los de evapotranspiración del cultivo. A su vez con los datos de precipitación y evapotranspiración, se realizó un balance hídrico mensual, durante el ciclo del cultivo, para cuantificar la situación hídrica del área e identificar períodos de déficit o excesos de agua.

Para llevar a cabo el balance se tomó en consideración la siguiente información:

- Para obtener la evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_o , que es la que ocurriría en un área extensa de gramíneas de 8 a 15 cm de altura, uniforme, en activo crecimiento y que no le falta agua (Doorembos y Pruitt, 1976), se

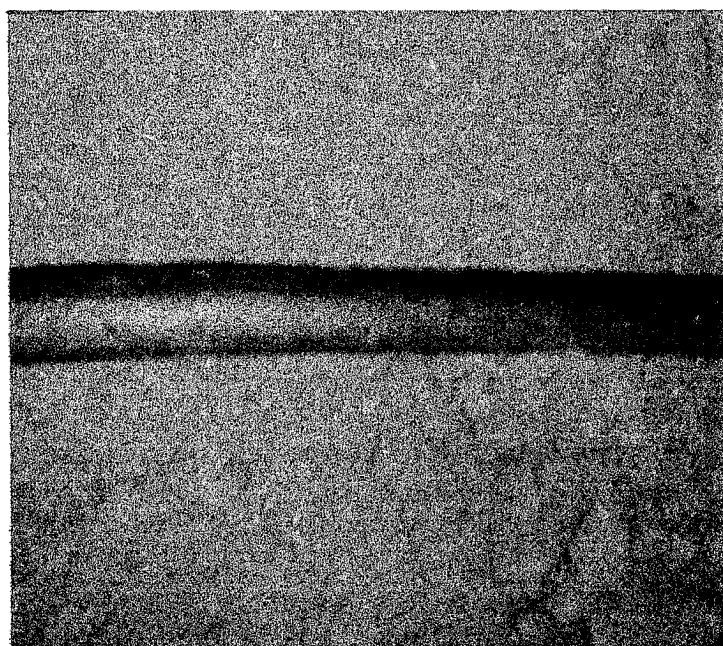


Figura 6. Manguera perforada.

a.-



b.-

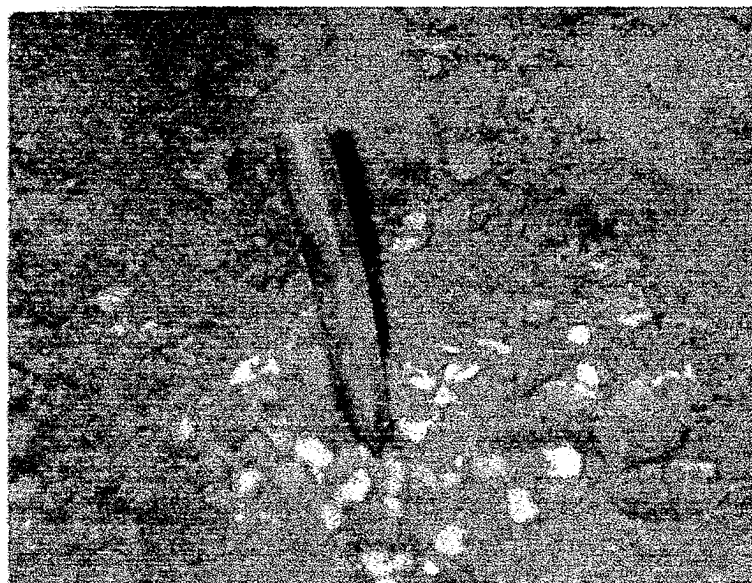


Figura 7. a.- Colocación de la manguera.
b.- Pozo de observación.

utilizó la ecuación siguiente:

$$ET_o = E_v \times K_{tan} \quad (4.7)$$

donde

ET_o : Evapotranspiración del cultivo de referencia

E_v : Evaporación del tanque standard tipo A

K_{tan} : Coeficiente del tanque, igual a 0,80, es decir,

$$ET_o = 0,80 \times E_v$$

- Dado que el ciclo del cultivo se desarrolló íntegramente en el período de lluvia, se consideró que la evapotranspiración real del cultivo, ET , era la máxima, es decir $ET = ET_m$, ya que no hubo en el suelo limitación de humedad.

- Para el cálculo de la ET_m , se afectó la evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_o , por el coeficiente del cultivo obtenido, por lo que:

$$ET_m = ET_o \times k_c \quad (4.8)$$

donde

k_c : Coeficiente del cultivo, depende de las características morfológicas y fisiológicas de la planta

- Se consideró el suelo sin impedimento físico, con una capacidad de almacenamiento calculada de acuerdo a las características edafotécnicas del cultivo y a la profundidad de raíces, para el cultivo en estado adulto.

- Se dividió el ciclo, en períodos de 10 días, con el objeto de individualizar lapsos de sequía o de exceso de agua, que pudieran afectar sensiblemente el rendimiento del cultivo.

- Conocidos los aportes en concepto de precipitación, P , ascenso capilar, dca , y evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_o , se plantea el balance hídrico del suelo en función de su capacidad de almacenaje de agua, dt . De esta manera, para cada período de 10 días, a partir de la cantidad inicial de agua almacenada en el mes anterior, el exceso o déficit será:

$$(dt(\text{mes anterior}) + P + dca) - ET_o > dt \quad \text{indica exceso}$$

$$(dt(\text{mes anterior}) + P + dca) - ET_o < 0 \quad \text{indica déficit}$$

Se realizó un balance hídrico mensual empleando el método de Norero (1976), el cual permite identificar períodos de déficit o excesos de agua durante el ciclo del cultivo.

Con base en los datos medidos de precipitación y escorrentía se corrigió el número de curva, CN, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelo.

Se cosecharon las cuatro hileras de maíz de cada área de muestreo, de 18 m², y el rendimiento, expresado en kg/ha al 12% de humedad, se obtuvo mediante el procedimiento utilizado por los técnicos del FONAIAP, que se presenta seguidamente, sobre la base de un ejemplo.

Area parcial de muestreo 1.

Peso de mazorcas: 9,40 kg

Humedad de cosecha: 16,6 %

$$\text{Humedad al 12 \% : } \frac{100 - 16,6}{100 - 12,0} = 0,95$$

$$9,40 \text{ kg} \times 0,95 = 8,91 \text{ kg}$$

Mazorca : 20 % tusa
80 % grano

$$8,91 \text{ kg} \times 0,80 = 7,13 \text{ kg (granos puros al 12\%)}$$

$$\text{Area de cosecha} = 18 \text{ m}^2$$

$$\frac{7,13 \text{ kg} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{18 \text{ m}^2} = 3.959,39 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Rendimiento} = 3959,39 \text{ kg/ha al 12\% de humedad}$$

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO V

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Primera parte

Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo

Las mediciones para determinar el almacenamiento del agua en el suelo se realizaron en el campo experimental de FOREMAIZ, ubicado en la localidad de Agua Blanca, Estado Portuguesa. Se empleó la Ecuación (4.1) para una capacidad de campo de 30% y un valor de punto de marchitez permanente de 17%. El valor de densidad aparente resultó $1,36 \text{ gr/cm}^3$, el cual es el resultado de un promedio de 42 muestras tomadas a las siguientes profundidades: 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm (De León, 1976). La lámina total de agua disponible, d_t , resultó igual a 70,00 mm, en el estrato de 0-40 cm.

Determinación de la curva del coeficiente del cultivo

Por el procedimiento explicado en el Capítulo 4, para una duración del ciclo de cultivo de 120 días, se determinó la duración de cada una de las fases en que se dividió el ciclo: inicial, desarrollo, mediados del período y finales del período, con base en el seguimiento que se le hizo al maíz durante su crecimiento y desarrollo. En la fase 1, k_c se obtiene de la Figura 4, a partir del valor medio de la $ET_m = 4,00 \text{ mm/día}$ para el ciclo de junio a octubre. Los valores de k_c para las fases 3 y 4, se obtienen de la Tabla 7, con base en las condiciones climáticas de la zona. Los valores obtenidos para la realización de la curva única ajustable se indican en la Tabla 8.

Tabla 8 Duración de fases de desarrollo del cultivo y coeficiente de cultivo, k_c , para las fases 1, 3 Y 4.

Nº	Fase	Duración (días)	Kc
1	Germinación	10	0,50
2	Desarrollo	31	-
3	Mediados del período	37	1,10
4	Finales del período	42	0,58
Total		120	

Con los valores de k_c y con la duración de cada fase de la Tabla 8, se trazaron líneas rectas que al suavizarse permitió obtener la curva verdadera, con los valores de k_c para cada mes. Debido a que en el año 1973, el período de lluvias comenzó tarde, el ciclo del cultivo se extendió de junio a octubre, por lo cual se representaron dos curvas: una, para dicho año y otra para los años restantes. Las curvas obtenidas se muestran en las Figuras 8 y 9.

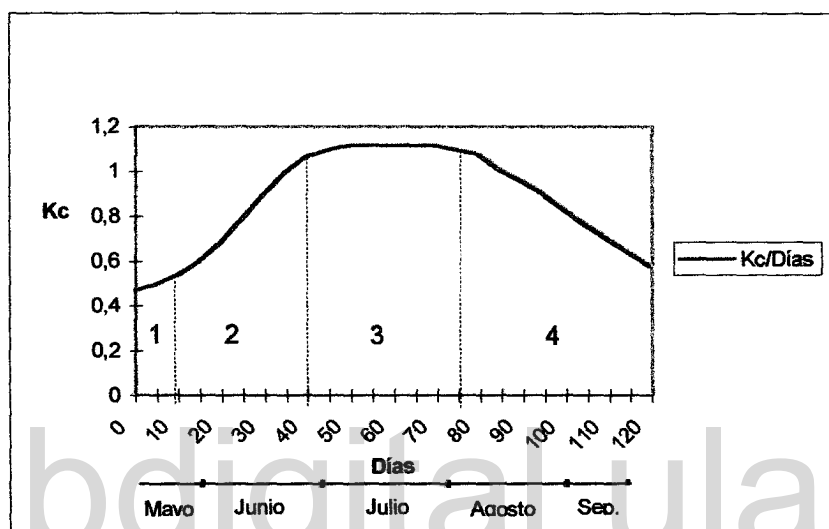


Figura 8: Curva del coeficiente del cultivo.
Ciclo: Mayo - Septiembre

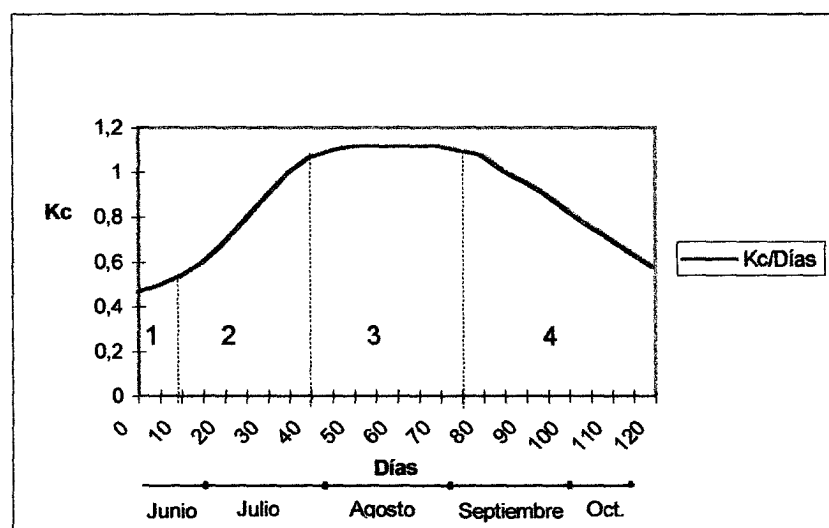


Figura 9: Curva del coeficiente del cultivo.
Ciclo: Junio - Octubre, 1973

Obtención de los valores mensuales de k_c , a partir de la curva única ajustable

A partir de las Figuras 8 y 9 se obtuvieron los valores de k_c promedio para cada mes del ciclo del cultivo, los cuales se muestran en la Tabla 9. Se observa que los valores de k_c se incrementan en la medida que transcurre el ciclo vegetativo del cultivo, ya que la necesidad hídrica del mismo aumenta con el crecimiento. Alcanza su máximo valor, $k_c = 1,12$, alrededor de los 60 días de vida, cuando el cultivo llega a su máximo desarrollo y tiene elevados requerimientos nutritivos y de agua; posteriormente, los valores de k_c disminuyen, por cuanto el cultivo se aproxima al final de su ciclo vegetativo, durante la maduración.

Tabla 9. Valores mensuales promedio de k_c para los ciclos mayo-septiembre y junio-octubre.

Mes	k_c	
	Mayo-Septiembre	Junio-Octubre
Mayo	0,52	-
Junio	0,90	0,52
Julio	1,12	0,90
Agosto	0,96	1,12
Septiembre	0,67	0,96
Octubre	-	0,67

Balance hídrico anual para los años 1970-1983

En la Tabla 10 se presenta el balance hídrico correspondiente al año 1970, los demás se muestran en el Apéndice 6. Se observa que del total de lluvia caída anualmente, más del 63% se concentró en los meses del ciclo de cultivo, esto es, de mayo a septiembre, excepto en el año 1981 cuando el período de lluvias comenzó en el mes de abril. En cuanto a los excesos de agua, más del 90% de los mismos ocurrieron en los meses del ciclo de cultivo, exceptuando los años 1981 y 1973, cuando no se presentaron excesos. Los datos de precipitación y evaporación del período 1970-1977 corresponden a la estación meteorológica 'Las Majaguas' y de los años 1978-1983 a la estación 'Colonia Turén-1.A.'; Apéndice 2.

Tabla 10. Balance hídrico anual para el año 1970, con una capacidad de almacenamiento del suelo de 70 mm.

	Año 1970												
	Enero	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ET _o (mm)	150.	176.	203.	200.	124.	93.	83.	89.	130.	134.	168.	127.	1677.
P (mm)	5.	17.	2.	41.	221.	215.	272.	205.	336.	122.	17.	101.	1554.
dt (mm)	0.	0.	0.	0.	70.	70.	70.	70.	70.	58.	0.	0.	-
Exc. (mm)	0.	0.	0.	0.	27.	122.	189.	116.	206.	0.	0.	0.	660.
Déf. (mm)	145.	159.	201.	159.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	93.	26.	783.

$$ET_o = 0,80 \times E_v$$

Relación entre la precipitación caída en el ciclo y el rendimiento promedio de siembras en terreno plano y en bancales.

Para el análisis de la relación entre los rendimientos obtenidos y la precipitación caída durante el ciclo del maíz, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Los datos del rendimiento de la siembra de maíz en terreno plano sin bancales, fueron suministrados por el MAC-Acarigua, y tienen un valor relativo por cuanto corresponden al promedio del Estado Portuguesa.

- Los rendimientos de la siembra en bancales, para la serie 1970-1977, corresponden a los resultados obtenidos en las parcelas experimentales de FOREMAIZ en Agua Blanca, para 7 bancales de 30,40; 24,00; 25,20; 26,70; 37,50; 44,40 y 52,50 m de ancho y 549, 559, 568, 577, 589, 603 y 620 m de longitud; y los de la serie 1978-1983, a los resultados obtenidos por productores a nivel de campo, en la zona de Turén. No se tomaron los datos de rendimiento de la misma zona, por cuanto las actividades de FOREMAIZ cesaron en el año 1977, cuando el campo experimental pasó a manos del FONAIAP-Araure, y no se continuó experimentando en bancales, hasta el año 1988. Por otra parte, a nivel del cultivo, en siembras comerciales, algunos agricultores de la zona de Turén, buscando mejorar los bajos rendimientos del maíz, comenzaron a utilizarlos en forma experimental y a partir de 1978 se estableció la siembra en bancales.

- La precipitación caída durante el ciclo del cultivo, se refiere a los meses de mayo a septiembre para todos los años ya indicados, excepto para 1973, cuando por problemas de sequía, el ciclo se extendió de junio a octubre.

Los datos de rendimiento de maíz en terreno plano (Tabla 11) son, en general, muy inferiores en comparación con los obtenidos en terreno conformado en bancal; como puede apreciarse, la relación bancal/plano está, en general, entre 2:1 y 3:1,

excepto para el año 1977 cuando el rendimiento fue similar. La causa probable de los bajos rendimientos en la siembra en terreno plano se debe a excesos de lluvia ocurrida en el ciclo del cultivo, tal como puede apreciarse en los balances hídricos de la Tabla 10 y Apéndice 6; aunque no se puede descartar la influencia de otros factores, como stress hídrico por exceso durante el ciclo del cultivo, problemas propios del suelo o factores agroecológicos no determinados, que pudieran haber afectado los rendimientos. Lo que sí puede afirmarse es que los rendimientos en terreno plano para el Estado Portuguesa han aumentado en la actualidad a 3.286 kg/ha para el año 1994 y 3.000 kg/ha entre 1995-1997, según CONICIT (1997), pero sigue siendo bajo para los pequeños productores, alrededor de 2.200 kg/ha; mientras que los rendimientos en siembra en área de bancales se han mantenido, o disminuido ligeramente, por problemas de compactación del suelo, cuyo análisis está fuera del alcance de este trabajo.

Tabla 11. Relación entre la precipitación caída en el ciclo del cultivo y el rendimiento promedio de siembra en terreno plano y bancales, para la serie 1970-1983.

Año	Precipitación mm	Rendimiento (kg/ha)		Relación Bancal : Plano
		Plano	Bancales	
1970	1.249	1.508	3.000	2 : 1
1971	911	1.490	3.700	2 : 1
1972	1.280	1.002	5.000	5 : 1
1973	668	979	3.000	3 : 1
1974	907	1.342	3.850	3 : 1
1975	947	1.533	5.537	4 : 1
1976	1.002	1.224	3.500	3 : 1
1977	1.121	1.803	1.800	1 : 1
1978	1.047	1.338	3.200	2 : 1
1979	1.024	1.985	4.000	2 : 1
1980	1.112	1.898	4.500	2 : 1
1981	1.100	1.576	4.200	3 : 1
1982	927	1.754	3.500	2 : 1
1983	1.470	1.498	3.200	2 : 1

Balance hídrico en el ciclo de cultivo para los años 1970-1983

Para la realización del balance hídrico durante el ciclo del maíz, se consideró que la evapotranspiración del cultivo era la máxima, ya que no hubo limitación de humedad, por lo cual los valores de ET_0 de la Tabla 10, se afectaron por el coeficiente del cultivo obtenido para cada mes, Tabla 9. A los fines del comienzo del balance hídrico se consideró el almacenamiento que tenía el suelo para el mes anterior al inicio del ciclo; se tomó de los balances hídricos anuales, incluidos en la Tabla 10.

Los resultados de los balances, Tabla 12 y Apéndice 7, evidenciaron excesos de agua durante todos los meses que comprende el ciclo del cultivo para todos los años, y ocurrieron durante los períodos críticos del maíz, que son floración, entre los 50-62 días de vida del cultivo, y llenado del grano, entre 78-100 días después de la siembra, cuando el cultivo es más susceptible al encharcamiento del suelo.

Tabla 12. Balance hídrico durante el ciclo del cultivo.

	Año 1970						Total
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	
ET_m (mm)	-	65	84	93	85	87	414
P (mm)	-	221	215	272	205	336	1249
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	86	131	179	120	249	765
Def. (mm)	-	0	0	0	0	0	-

$$ET_m = ET_0 \times k_c$$

Relación entre el rendimiento y los excesos de agua

En la Tabla 13 se observa que en casi la totalidad de los años analizados, se presentaron excesos de agua considerables durante el ciclo de cultivo del maíz, afectando los rendimientos obtenidos en la siembra en plano, que fueron muy inferiores a los de siembra en bancales. Lo anteriormente expuesto evidencia las bondades del mismo para drenar los excedentes de agua, manteniendo la humedad necesaria para el buen desarrollo del cultivo.

Aunque se hace referencia al exceso de agua durante el ciclo, no se dispuso de la información necesaria para un apropiado diagnóstico del problema, acerca de si el cultivo estuvo también sometido a déficit de agua, durante lapsos menores, de una a dos semanas durante el período de floración, que es el de la formación de la inflorescencia del estigma y la polinización; o bien, durante el período de formación de cosecha, lo que pudiera explicar los bajos rendimientos en la siembra en terreno

plano. En la Figura 10 se muestran los rendimientos de la siembra en terreno plano y bancales y las precipitaciones para el lapso considerado.

Tabla 13. Relación entre los rendimientos obtenidos en la siembra en plano y bancales para la serie 1970-1983, y los excesos de agua durante el ciclo del cultivo, resultantes del balance hídrico.

Año	Excesos mm	Rendimiento (kg/ha)	
		Plano	Bancales
1970	695	1.508	3.000
1971	256	1.490	3.700
1972	278	1.002	5.000
1973	53	979	3.000
1974	294	1.342	3.850
1975	377	1.533	5.537
1976	493	1.224	3.500
1977	511	1.803	1.800
1978	591	1.338	3.200
1979	524	1.985	4.000
1980	680	1.898	4.500
1981	622	1.576	4.200
1982	532	1.754	3.500
1983	1.059	1.498	3.200

Segunda parte

Capacidad de almacenamiento del suelo

Con base en la Ecuación (4.1) y en los datos resultantes de CC, PMP y Da del análisis de suelo, Apéndice 4, se calculó el almacenamiento de agua por estrato, hasta los 40 cm de profundidad de suelo, que es la profundidad de raíces obtenida en las calicatas abiertas en la parcela experimental. El suelo puede almacenar hasta 71 mm de agua, en 40 cm de profundidad, lo que indica que cualquier cantidad de agua por encima de ese valor representa un exceso, no aprovechable por el cultivo, que más bien es perjudicial para el desarrollo y crecimiento del mismo. Los resultados por estrato son:

$dt(00-20) = 35,36 \text{ mm}$

$dt(20-40) = 35,58 \text{ mm.}$

$dt(00-40) = 70,94 \text{ mm} \cong 71 \text{ mm.}$

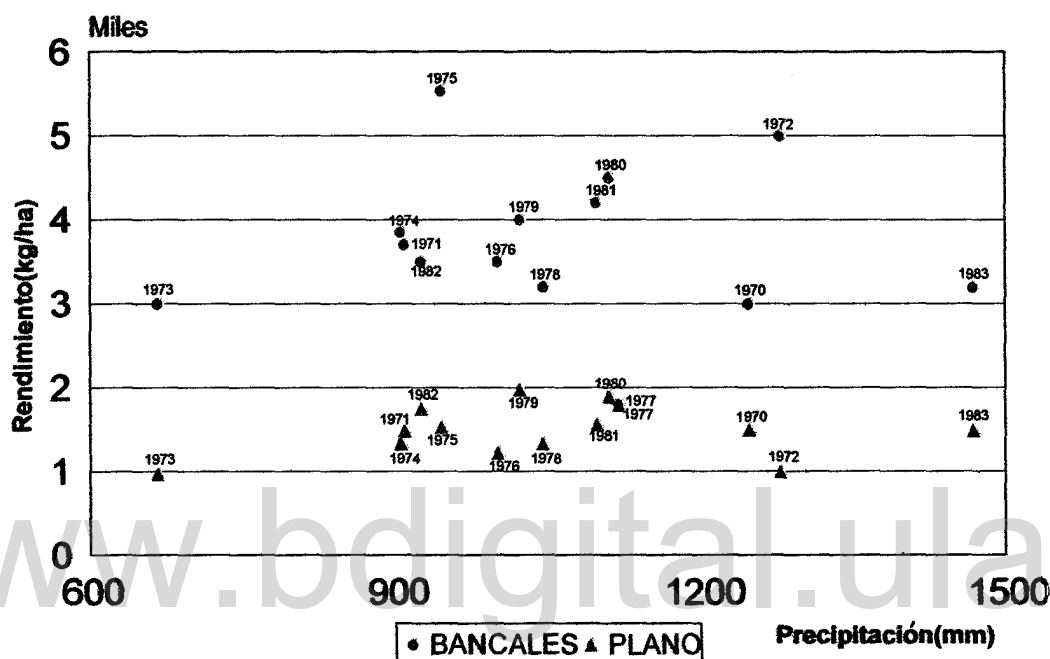


Figura 10. Precipitación en el ciclo vs. Rendimiento

Crecimiento del cultivo

Con base en el seguimiento que se le hizo al cultivo a partir del momento de la siembra, se estableció la edad del mismo respecto al comienzo de cada una de las etapas en las cuales se dividió el ciclo. En la Tabla 14 se observa que la germinación comenzó a los 7 días después de la siembra del cultivo y que los períodos críticos de floración y llenado de grano comprenden desde los 50 hasta los 105 días de vida del cultivo aproximadamente, períodos en los cuales es determinante el déficit o exceso de agua.

Período de desarrollo del maíz

Los períodos de desarrollo del maíz se obtuvieron con el seguimiento que se le hizo al cultivo durante su ciclo; estos valores están dentro del rango de referencia establecido por la FAO (Doorembos y Pruitt, 1979). En la Tabla 15 se observa que el ciclo del cultivo tiene una duración de 120 días y que las etapas críticas del maíz,

que son la floración y formación de cosecha, abarcan 55 días, durante los cuales cualquier déficit o exceso de agua puede afectar el rendimiento.

Tabla 14. Etapas del ciclo y edad del cultivo.

Etapas	Edad del cultivo dds
Siembra	-
Germinación	7
Comienzo de floración	50
Floración de la mazorca	53
80% de floración	56
80% de mazorca	60
Llenado de grano	78
Cosecha	120

Tabla 15. Duración de los períodos de desarrollo del maíz.

Etapas	Duración en días	
	Observado	FAO
Siembra	-	-
Establecimiento del cultivo	15	15 - 25
Período vegetativo	35	25 - 40
Floración	18	15 - 20
Formación de la cosecha	37	35 - 45
Maduración	15	10 - 15
	120	100-145

Altura de planta e índice de área foliar

En la determinación del índice de área foliar, IAF, se empleó el procedimiento utilizado por los técnicos del FONAIAP-Araure, explicado en la Ecuación (4.3). Las mediciones se continuaron hasta que el cultivo alcanzó su máximo desarrollo y sombreamiento. Con base en los resultados obtenidos en las áreas parciales de muestreo, Apéndice 8, se obtuvo un promedio para la zona de la cabecera (1,2,3), centro (4,5,6) y pie (7,8,9) del bancal, el cual se muestra en la Tabla 16. Los promedios de IAF fueron: 0,48; 1,32; 2,29 y 3,13, para las fases de desarrollo de 29;

41; 50 y 67 días de vida del cultivo; por otra parte, las alturas de planta promedio fueron 22; 57; 99 y 165 cm para las mismas fases de desarrollo.

De acuerdo a los promedios obtenidos, se observó que a medida que transcurre el tiempo de desarrollo del cultivo, se incrementa tanto la altura de planta como el índice de área foliar, tal como se esperaba. La altura máxima e índice de área foliar promedio fue de 1,65 m y 3,13, respectivamente.

Tabla 16. Altura de planta en cm e índice de área foliar a los 29, 41, 50 Y 67 días de vida del maíz.

Area de muestreo	29		41		50		67	
	AP	IAF	AP	IAF	AP	IAF	AP	IAF
Cabecera	21	0,37	48	1,20	83	2,35	149	2,98
Centro	21	0,39	49	1,23	110	2,30	168	3,17
Pie	24	0,69	74	1,55	103	2,21	178	3,25
Promedios	22	0,48	57	1,33	99	2,29	165	3,13

Coeficiente del cultivo k_c , para el ciclo de maíz comprendido entre junio - septiembre

Utilizando el procedimiento explicado en el Capítulo 4, y con los datos obtenidos en el seguimiento del cultivo: Fase 1: 10 días; Fase 2: 31 días; Fase 3: 37 días y Fase 4: 42 días, se procedió a calcular la curva única ajustable para el maíz, para el ciclo junio-septiembre, la cual se muestra en la Figura 11. Para obtener los coeficientes de k_c , se entra en la curva en la mitad de cada uno de los períodos de 10 días en que se dividió el ciclo del cultivo. Así, por ejemplo, para el período 1 del mes de junio, el cual comprende 10 días, se entra en la curva a los 5 días, que representa la mitad, y se obtiene un valor de 0,50.

Los coeficientes obtenidos se incluyen en la Tabla 17, en la cual se observa que los valores mayores de k_c , que indican demanda elevada de agua, se obtienen cuando el cultivo tiene entre 55 y 70 días de vida, que es la época de formación de la espiga, y la planta funciona con una velocidad y capacidad máxima para cumplir su principal objetivo, que es la formación de granos en la mazorca (Cabrera, 1997).

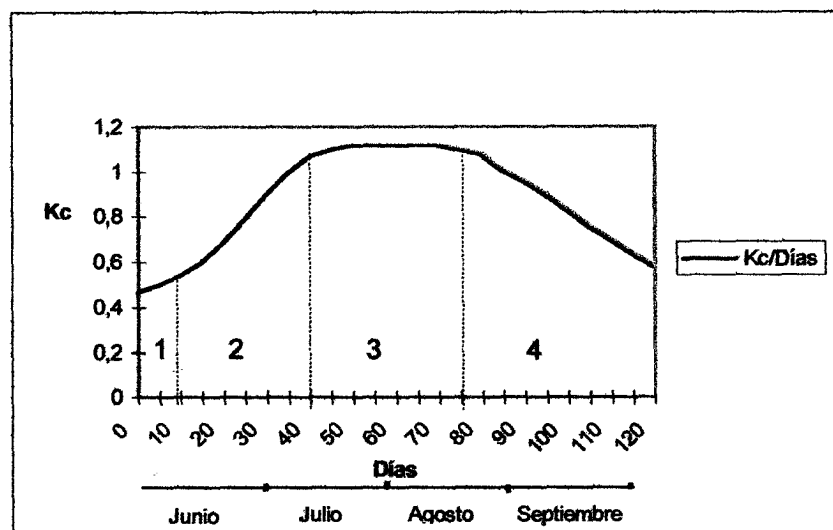


Figura 11. Curva del coeficiente del cultivo.

Ciclo: Junio-Septiembre, 1988

Tabla 17. Coeficiente del cultivo k_c correspondiente a cada período de división del ciclo.

Mes	Período	K_c
Junio	1	0,50
	2	0,60
	3	0,79
Julio	1	0,99
	2	1,10
	3	1,12
Agosto	1	1,12
	2	1,05
	3	1,00
Septiembre	1	0,89
	2	0,76
	3	0,64

Profundidad y desarrollo radical

En la Tabla 18 y Figuras 12 y 13, se indican los resultados del número de raíces observadas y la distribución porcentual por estratos. Se puede ver que en la

calicata N° 1, el 88,68% de las raíces se encuentra en el estrato de 0-20 cm de profundidad y un 11,31% de las mismas de 20-40 cm, para una profundidad máxima de 39 cm. En la calicata N° 2, el 79,48% de las raíces observadas se localizan, igualmente, en el primer estrato, y el resto, 20,52%, ocupa el espacio de 20-40 cm, para una profundidad máxima de 40 cm. La profundidad promedio de las raíces es de 40 cm.

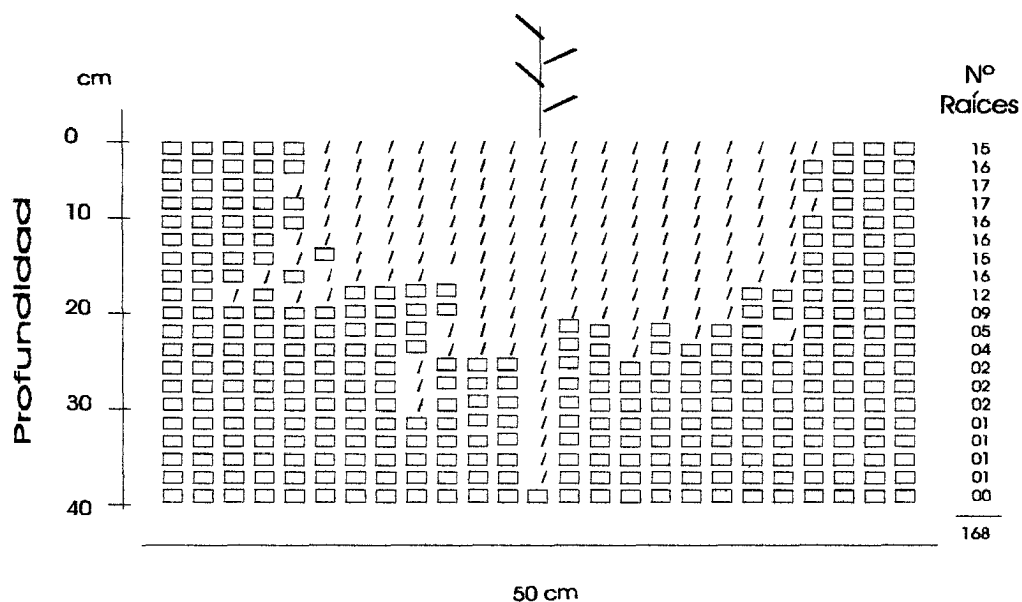
Tabla 18. Número de raíces observadas y distribución porcentual en los diferentes estratos de suelo de las áreas parciales 5 y 8.

- Parcela N° 5 (Calicata 1)

Profundidad cm	Raíces observadas	
	N°	Porcentaje
0 - 10	81	48,21
10 -20	68	40,47
20 - 30	15	8,93
30 - 40	4	2,38
Total	168	100 %

- Parcela N° 8 (Calicata 2)

Profundidad cm	Raíces observadas	
	N°	Porcentaje
0 - 10	82	43,16
10 -20	69	36,32
20 - 30	29	15,26
30 - 40	10	5,26
Total	190	100 %



Profundidad radical máxima = 39 cm

Figura 12. Distribución de raíces en la parcela N° 5 (calicata 1)

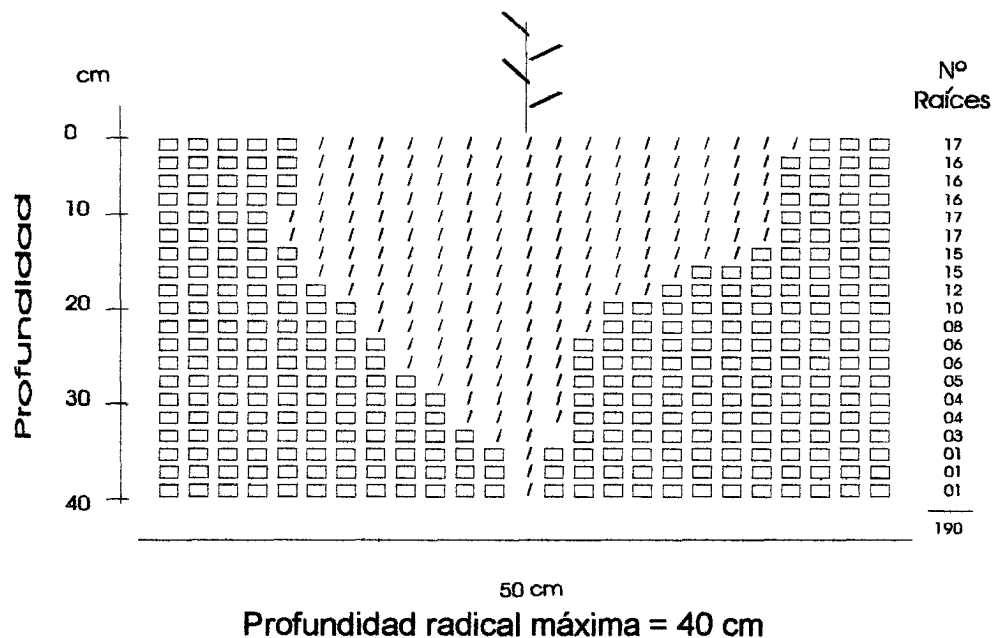


Figura 13. Distribución de raíces en la parcela N° 8 (calicata 2)

Balance hídrico anual para el año 1988

Con los datos de precipitación y evaporación de la Tabla 19 y con la capacidad de almacenamiento obtenida de 71 mm, se realizó el balance hídrico anual para el año 1988, el cual se muestra en la Tabla 20. Se observa que en los meses de junio a noviembre el suelo se encontraba en condiciones de máximo almacenamiento, con excedentes de agua sobre la superficie. De un total de 1.207,70 mm de lluvia caída en el año, 524,30 mm, que equivalen al 43,41%, representó el exceso de agua; y de estos, 468,52 mm que representa el 89,36% del total de excesos, se concentró en los meses del ciclo del cultivo; es decir, de junio a septiembre. Lo anteriormente expuesto es un indicativo de que el cultivo durante su ciclo estuvo expuesto a la inundación.

Tabla 19. Totales de precipitación y evaporación para el año 1988.

Mes	P mm	Ev mm	Mes	P mm	Ev mm
Enero	0,00 0,00 0,00	56,70 58,70 67,40	Julio	49,70 26,20 34,20	30,70 31,40 41,20
Febrero	16,60 0,00 0,00	54,50 65,60 70,60	Agosto	131,80 55,20 31,50	30,60 33,90 33,90
Marzo	0,00 0,00 0,00	81,70 82,90 92,30	Septiembre	55,10 10,10 54,10	29,40 34,40 34,70
Abril	9,60 2,10 0,00	64,80 74,10 77,70	Octubre	37,70 29,90 41,30	60,80 25,00 14,30
Mayo	18,30 1,10 47,70	52,20 52,80 60,40	Noviembre	48,20 28,20 20,20	33,30 30,30 34,40
Junio	69,50 146,60 109,40	40,20 38,70 29,50	Diciembre	0,40 15,00 19,60	39,40 39,60 45,10

Fuente: MARNR, Estación 'Colonia Turén.1-A.'

Tabla 20. Balance hídrico anual. Año 1988.

Mes	E_v mm	P mm	ET_o mm	dt mm	Exceso mm	Déficit mm
E	182,80	0,00	146,24	0,00	-	139,52
F	190,70	16,60	152,56	0,00	-	135,96
M	256,90	0,00	205,52	0,00	-	205,52
A	216,60	11,70	173,28	0,00	-	161,58
M	165,40	67,10	132,32	0,00	-	65,22
J	108,40	325,50	86,72	71,00	167,78	-
J	103,30	110,10	82,64	71,00	27,46	-
A	98,40	218,50	78,72	71,00	139,78	-
S	98,50	212,30	78,80	71,00	133,50	-
O	100,10	108,90	80,08	71,00	28,82	-
N	93,80	102,00	75,04	71,00	26,96	-
D	124,10	35,00	99,28	6,72	-	-
Total		1207,70			524,30	

Almacenamiento: 71 mm

$$ET_o = E_v \times 0,80$$

Balance hídrico mensual por el método de Norero (1976)

Con los datos de precipitación de la Tabla 21 y de evaporación de la Tabla 19, se realizó un balance hídrico mensual para el ciclo del cultivo, empleando el método de Norero (1976) el cual se explica en el Capítulo 3. Este método permite identificar períodos de déficit o excesos de agua durante el ciclo del cultivo. El resultado se presenta en la Tabla 22, en la cual se observa que del total de precipitación de 939 mm, la vegetación evapora sólo 290 mm, es decir, apenas el 30,88 % del agua caída durante el ciclo, esto indica que el cultivo, en todo momento, puede alcanzar la tasa máxima de evaporación. Las pérdidas por escurrimiento, s, son altas, ya que de los 939 mm de lluvia caída, se pierden 604 mm por este concepto, es decir, el 64,32% de la lluvia. Esto ocurre por cuanto la precipitación durante el ciclo del cultivo es alta y el suelo está a capacidad de campo.

La humedad promedio del suelo, \bar{L}_x , en todos los meses supera el valor de la lámina de marchitamiento incipiente, L_x , lo cual sugiere que no hubo insuficiencia de agua durante el ciclo del cultivo. Al sumar el escurrimiento neto del agua a la humedad promedio del suelo, el resultado resulta superior a la capacidad de campo, lo que indica que en el establecimiento del cultivo (junio) y en la época de floración y llenado del grano (agosto), el suelo tiende a saturarse, sino posee drenaje interno y esorrentía superficial y el cultivo está expuesto a inundación.

Tabla 21. Precipitación caída durante el ciclo del cultivo. Año 1988.

Día	Precipitación (mm)			
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1	5,00	0,90	0,00	0,00
2	29,60	1,50	13,60	9,30
3	2,00	12,80	11,50	0,80
4	2,60	3,40	5,50	6,40
5	15,30	5,60	87,10	23,20
6	7,40	2,40	12,50	5,60
7	0,30	18,30	0,70	2,80
8	0,10	7,50	0,30	0,60
9	0,00	6,90	0,60	20,20
10	12,00	7,80	0,00	0,50
11	2,90	2,50	8,60	12,80
12	6,80	3,20	0,00	30,00
13	65,00	2,30	9,60	0,60
14	0,70	6,40	14,80	10,90
15	38,60	0,00	0,00	0,00
16	2,70	0,00	1,60	22,00
17	10,60	0,00	17,60	0,50
18	8,30	0,00	0,30	12,70
19	28,00	6,70	0,00	2,70
20	0,90	0,00	2,70	13,80
21	0,90	2,30	1,50	2,50
22	0,00	0,00	15,00	1,20
23	22,70	0,00	0,00	1,30
24	8,40	14,80	0,00	24,20
25	15,20	5,90	3,90	12,00
26	45,60	2,90	0,20	0,00
27	10,50	0,00	0,00	0,00
28	2,40	0,00	0,90	13,80
29	15,80	0,00	4,60	0,00
30	16,50	0,00	0,00	3,90
31		0,00	0,00	
Total	376,80	114,10	213,10	234,60
Promedio	12,60	3,70	6,90	7,80

Registro: in situ

Tabla 22. Cálculo del balance hídrico mensual, por el método de Norero (1976).

Mes	N día	P mm	ET _x mm	ET _m mm	Li mm	μ	Lx mm	e	Lfx mm	$\bar{L}x$ mm	S mm	Lf mm	Perc mm	ET mm
Jun.	30	377	87	52	139	0,56	99	0,95	170	155	294	139	31	52
Jul.	31	114	83	91	139	0,53	101	0,18	116	128	46	-	0	91
Ago.	31	213	79	87	116	0,53	101	0,44	133	125	110	-	16	87
Sep.	30	235	79	60	133	0,55	100	0,54	153	143	154	139	21	60
Total		939		290							604		68	290
Prom.				73		0,54	100	0,53		138	151			

ET _m = K _c x Et _x	kC _{jun} = 0,60
Lc = 139 mm	kC _{jul} = 1,10
Lm = 68 mm	kC _{ago} = 1,10
La = 71 mm	kC _{sep} = 0,76

Balance hídrico durante el ciclo del cultivo

Los datos estimados del balance hídrico para el ciclo del cultivo (Tabla 23) indican que hubo, de junio a septiembre, 938,60 mm de precipitación real, medida en el sitio del experimento. Considerando la lluvia caída, los requerimientos del cultivo, ET_m, y el almacenamiento de agua en el suelo, se observa aún cifras considerables de excedentes de agua, de 582,73 mm, que representan el 62,09% del total de agua caída en el ciclo; parte del exceso de agua ocurrió al final de la floración y durante la formación de cosecha (Ago 1 y Ago 2), que son etapas críticas del cultivo (Doorembos y Pruitt, 1979); sin embargo, no se notaron efectos negativos en el cultivo, pudiéndose atribuir esto al mejoramiento de la superficie del suelo por la construcción del bancal. Los datos de precipitación se tomaron de la Tabla 21 y los de evaporación de la Tabla 19; los valores de kc son los indicados en la Tabla 17.

Relación entre el crecimiento de las raíces y el agua aprovechable del suelo durante el ciclo de cultivo

Para la obtención de la información de la Tabla 24, el ciclo del cultivo se dividió en períodos de 10 días, estimándose la lámina de agua aprovechable, dt, para cada uno de estos lapsos de tiempo, comenzándose a los 7 días, que es cuando se inició la germinación. Para estimar la lámina aprovechable y profundidad de raíces fueron utilizadas las Ecuaciones (4.1) y (4.2).

El valor de D_x fue tomado de la profundidad total de las raíces medida en las calicatas, el cual fue de 40 cm, considerando que no hubo impedimento pedogenético. El valor del umbral óptimo de riego, p , se obtuvo a partir de la Ecuación (3.3) para un valor de $r_a = 0,60$; $s = 0,35$ y ET_m en cm/día, obtenida del balance hídrico realizado durante el ciclo del cultivo (Tabla 23).

Tabla 23. Balance hídrico estimado durante el ciclo del cultivo. Año 1988.

Mes	ET_o mm	P mm	ET_m mm	d_t mm	Exceso mm	Déficit mm
May	48,32	47,70	48,32	0,00	-	0,62
Jun 1	32,20	74,30	16,10	58,20	-	-
2	31,00	164,50	18,60	71,00	133,10	-
3	23,60	138,00	18,64	71,00	119,36	-
Jul 1	24,60	67,10	24,35	71,00	42,75	-
2	25,10	21,10	27,61	64,49	-	-
3	33,00	25,90	36,96	53,43	-	-
Ago 1	24,50	131,80	27,44	71,00	86,79	-
2	27,10	55,20	28,46	71,00	26,74	-
3	27,10	26,10	27,10	70,00	-	-
Sep 1	23,50	69,40	20,92	71,00	47,48	-
2	27,50	106,00	20,90	71,00	85,10	-
3	27,80	59,20	17,79	71,00	41,41	-
Total		938,60			582,73	

Almacenamiento: 71 mm $ET_m = ET_o \times k_c$

Tabla 24. Relación entre el crecimiento de las raíces y el agua aprovechable en el suelo durante el ciclo del cultivo.

Mes	T dds	D cm	dt cm	dt mm	p	dn mm
Jun 1	7	6,06	1,07	10,75	0,56	6,02
2	17	13,86	2,45	24,59	0,55	13,52
3	27	20,66	3,66	36,66	0,55	20,16
Jul 1	37	26,46	4,69	46,96	0,54	25,36
2	47	31,26	5,54	55,48	0,53	29,40
3	57	35,08	6,22	62,22	0,51	31,73
Ago 1	67	37,86	6,71	67,19	0,53	35,61
2	77	39,66	7,03	70,39	0,53	37,31
3	87	40,00	7,09	70,95	0,53	37,60
Sep 1	97	40,00	7,09	70,95	0,55	39,02
2	107	39,06	6,93	69,32	0,55	38,13
3	117	36,86	6,54	65,42	0,56	36,64

Se observó que la profundidad radical crece en función del tiempo, hasta alcanzar un valor máximo de 40 cm, que es la profundidad obtenida en las calicatas. Igualmente, la lámina de agua aprovechable aumenta con el crecimiento y desarrollo del cultivo, alcanzando el valor máximo de 71 mm, a la capacidad de campo, a los 87 días de vida del cultivo, para la máxima profundidad obtenida. La fracción de agotamiento, p , es mayor en el período inicial del cultivo, en maduración, y a los 117 días de vida del cultivo, cuando la ET_m es menor por efecto del coeficiente del cultivo; el valor promedio del ciclo es 0,54.

Humedad del suelo (%) a los 29, 41, 50 Y 67 días de vida del cultivo

En la Tabla 25 se presentan los valores de humedad obtenidos en las mediciones de campo. Se observa que la humedad promedio presente en el suelo en el perfil de 0-40 cm fue de 27,02; 24,13; 24,56 y 27,70 % a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo, lo que es suficiente para satisfacer los requerimientos de agua del maíz; siendo la capacidad de campo promedio del suelo de 27,00% y el punto de marchitez permanente promedio de 13,25 %. En general, el contenido de humedad del suelo en los estratos de 0-20 y 20-40 cm, estuvo por debajo del valor de CC, aun cuando según el resultado del balance hídrico (Tabla 23) hubo exceso de agua durante el ciclo del cultivo, lo que demuestra la eficiencia del bancal para eliminar los excedentes de agua. Los valores de humedad expresados en lámina se muestran en el Apéndice 9.

Tabla 25. Humedad del suelo (%) a los 29, 41, 50 Y 67 días de vida del cultivo.

Áreas Nº	29		41		50		67	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
1	25,32	23,95	21,84	25,48	19,12	19,91	23,06	23,82
2	23,14	22,17	22,25	21,34	19,46	17,15	26,94	23,11
3	24,95	25,12	23,21	22,69	22,48	21,13	29,41	24,24
4	30,39	25,36	25,29	24,73	30,26	28,45	30,19	27,96
5	24,89	25,14	25,00	25,97	29,22	25,97	29,13	27,60
6	30,56	23,30	23,78	22,96	25,97	25,73	32,27	25,65
7	31,28	39,64	26,36	22,63	26,20	23,70	31,05	28,66
8	28,61	24,95	27,78	21,96	27,80	24,91	29,45	28,43
9	28,32	29,23	25,96	25,05	28,91	25,72	29,23	28,34
Promedio	27,50	26,54	24,61	23,65	25,49	23,63	28,97	26,42
Promedio 0-40 cm		27,02		24,13		24,56		27,70

Comportamiento del bancal en la cabecera, centro y pie, en relación al contenido de humedad

Con los datos de la Tabla 25 se construyó la Tabla 26, a fin de analizar el comportamiento del bancal a nivel de cabecera, centro y pie, con relación a los contenidos de humedad promedio obtenidos en las mediciones efectuadas. Los valores de humedad promedio aumentaron de la cabecera hacia el pie del bancal en función de la pendiente longitudinal; a nivel de la cabecera estuvieron por debajo de la capacidad de campo. Con relación al contenido de humedad respecto a la pendiente transversal, el contenido de agua fue menor en el centro que a los lados. A partir de la Tabla 26 se dibujaron las Figuras 14, 15 y 16.

Tabla 26. Humedad del suelo (%) en la cabecera, centro y pie para una profundidad de 0-40 cm

Cabecera			
Tiempo Días	Izquierda	Centro	Derecha
29	24,64	22,68	25,04
41	23,66	21,80	22,95
50	19,52	18,31	21,81
67	23,44	25,03	26,83

Centro			
Tiempo Días	Izquierda	Centro	Derecha
29	27,88	25,02	26,93
41	25,01	25,49	23,37
50	29,36	27,60	25,85
67	29,08	28,37	28,98

Pie			
Tiempo Días	Izquierda	Centro	Derecha
29	35,46	26,78	28,78
41	24,50	24,87	25,51
50	24,95	26,36	27,32
67	29,86	28,94	28,79

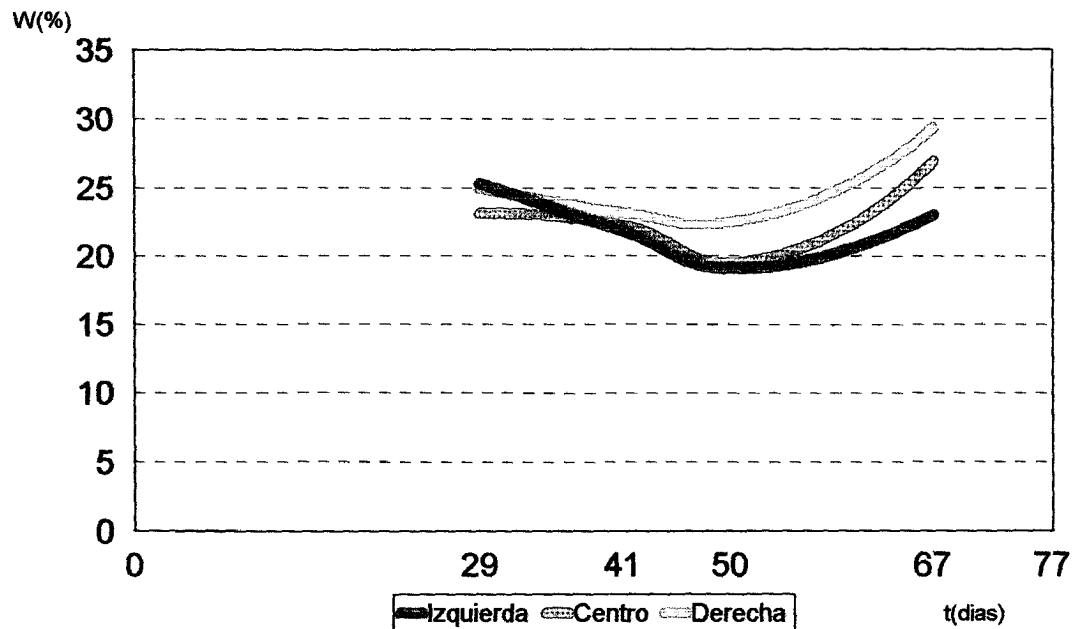


Figura 14. Contenido de humedad en la cabecera del bancal (0-40 cm).

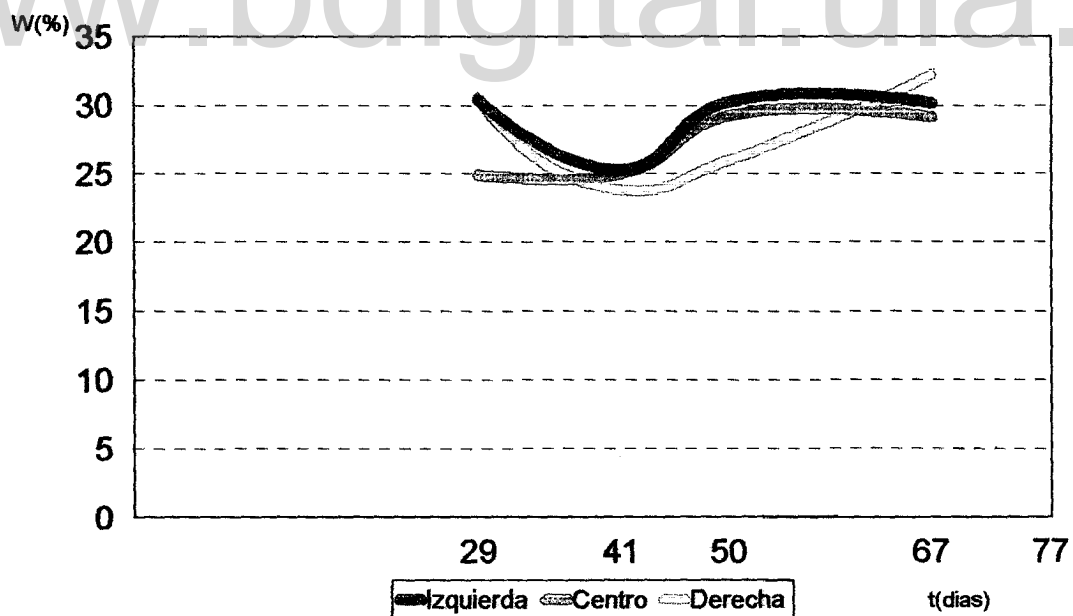


Figura 15. Contenido de humedad en el centro del bancal (0-40 cm).

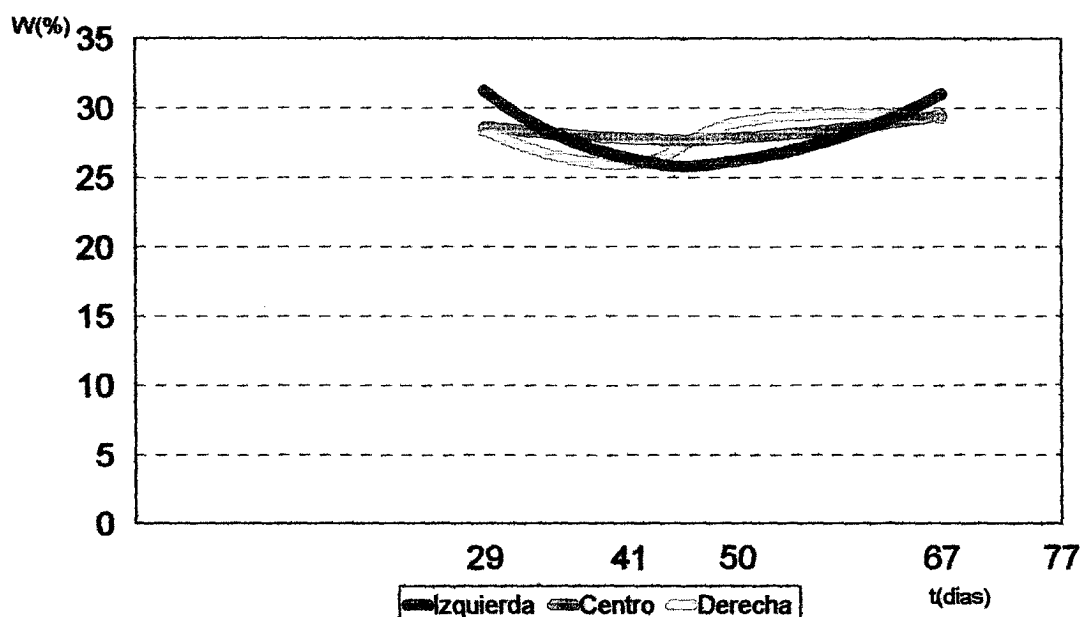


Figura 16. Contenido de humedad en el pie del bancal (0-40 cm).

Humedad promedio en el suelo (%) a lo largo del bancal

Con los datos de la Tabla 25 se construyó la Tabla 27, en la cual puede observarse que los contenidos de agua promedio aumentan, en general, de la cabecera hacia el pie del bancal, siguiendo la pendiente del mismo, tal como se esperaba. Se presentan algunas contradicciones, como los resultados obtenidos a los 50 días de vida del cultivo, en los cuales los valores de porcentaje de humedad son mayores en el centro del bancal, que en el pie del mismo, lo que refleja, posiblemente, una mala conformación del bancal; además, los valores obtenidos de humedad son valores puntuales.

Tabla 27. Humedad promedio en el suelo (%) a lo largo del bancal, a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo.

Tiempo días	Contenido de agua (%)					
	0-20 cm			20-40 cm		
	Cabecera	Centro	Pie	Cabecera	Centro	Pie
29	24,47	28,61	29,40	23,75	24,60	31,27
41	22,43	24,69	26,70	23,17	24,55	23,21
50	20,35	28,48	27,64	19,40	26,72	24,78
67	26,47	30,53	29,91	23,72	27,07	28,48

Evaluando la humedad del bancal con relación a la profundidad se observa que la humedad promedio es mayor en el estrato de 0-20 cm que en el de 20-40 cm. Con los valores de la Tabla 27 se construyeron las Figuras 17 y 18 en las cuales se refleja lo expresado anteriormente; además, en el estrato de 20-40 cm de espesor los valores de humedad casi nunca superan el valor de capacidad de campo de 27,30 %.

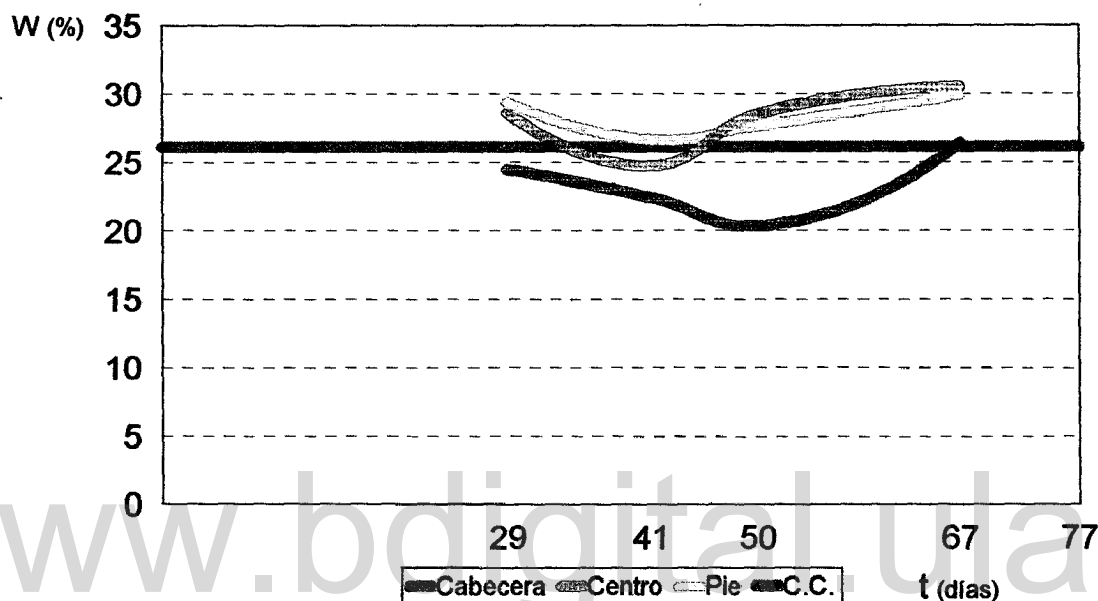


Figura 17. Contenido de agua promedio(%) a lo largo del bancal (0-20 cm)

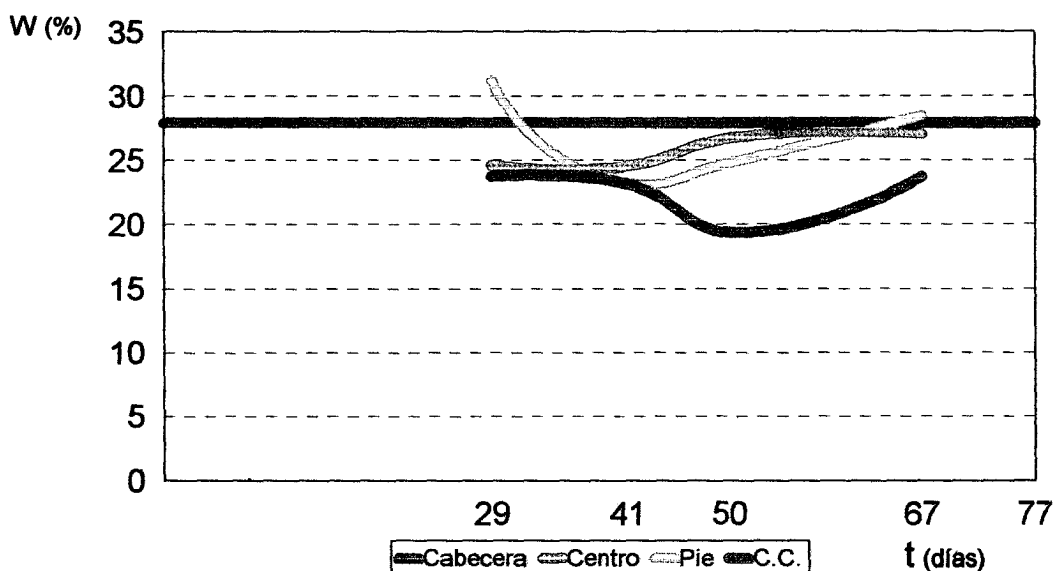


Figura 18. Contenido de agua promedio(%) a lo largo del bancal (20-40 cm)

Rendimientos obtenidos (kg/ha) en las áreas de muestreo

Se calcularon los rendimientos en kg/ha, para cada una de las áreas de muestreo del bancal que se indican en la Tabla 28. El procedimiento seguido para calcular el rendimiento del maíz al 12 % de humedad, se presenta en el Capítulo 4. Analizando la Tabla 28, se observa que los rendimientos obtenidos son bastante buenos pues estuvieron entre 3.369,70 y 7.076,36 kg/ha para un promedio del bancal de 4.399,33 kg/ha, superando el rendimiento obtenido de 2.500 kg/ha en la siembra de maíz en plano, en el lote adyacente. El bajo rendimiento en la siembra de maíz, en terreno plano, pudiera explicarse por los excesos de agua que se presentaron en etapas críticas del cultivo, tal como se demuestra en el resultado del balance hídrico durante el ciclo del cultivo, y que no fueron drenados oportunamente.

En cuanto al rendimiento promedio a lo largo del bancal, el mayor se alcanzó a nivel del pie donde, en general, se midieron los más altos valores de humedad.

Tabla 28. Rendimientos obtenidos (kg/ha) en las áreas de muestreo, al 12% de humedad.

Area	Peso en mazorca al kg/18 m ²	Rendimiento kg/ha
1	9,40	3.959,39
2	14,20	5.981,21
3	8,10	3.411,82
4	8,00	3.369,70
5	8,20	3.453,94
6	9,50	4.001,52
7	8,50	3.580,30
8	16,80	7.076,36
9	11,30	4.759,70
Promedio	10,44	4.399,33
<hr/>		
Rendimiento en plano	= 2.500,00 kg/ha.	
Promedio en la cabecera	= 4.450,81 kg/ha.	
Promedio en el centro	= 3.608,39 kg/ha.	
Promedio en el pie	= 5.138,79 kg/ha.	

Influencia de los niveles de humedad sobre el rendimiento del cultivo.

En la Tabla 29, se presentan los resultados de las observaciones realizadas en el campo y el rendimiento del cultivo obtenido en las nueve áreas de muestreo, de 18 m² cada una. La humedad promedio para la profundidad de 0-40 cm muestra

valores, en su mayoría por debajo del valor total de capacidad de campo, que fue de 27%, aun cuando el resultado del balance hídrico durante el ciclo del cultivo muestra que se presentaron excesos de agua durante las etapas críticas del mismo (Tabla 23). Lo anterior sugiere que estos volúmenes de agua tuvieron que salir del terreno, asumiéndose que una de las formas fue por escorrentía permitida por la conformación del suelo en bancal, entre otras. Es de señalar la importancia de manejar una densidad de plantas apropiada, pues ésta influyó en los rendimientos, como se puede corroborar en las áreas 2 y 8, donde se obtuvieron los rendimientos más altos, que contrastan con el resto; el rendimiento más bajo se obtuvo en el área 4 donde hubo problemas de germinación. La altura de planta y el IAF no influyeron mucho sobre el rendimiento.

Tabla 29. Resultados promedios de determinaciones de campo.

Area de muestreo	Total Plantas 18 m ²	Altura de planta cm	IAF	Rendimiento kg/ha	Humedad 0-40 cm %	Plantas por hectárea
1	57	130,80	3,41	3.959,39	22,81	31.666
2	70	168,50	2,84	5.981,21	21,95	38.888
3	65	148,40	2,68	3.411,82	24,15	36.111
4	41	160,50	3,46	3.369,70	27,83	22.777
5	65	203,00	3,59	3.453,94	26,62	36.111
6	51	140,80	2,45	4.001,52	26,28	28.333
7	38	153,80	3,07	3.580,30	28,69	21.111
8	72	184,00	3,22	7.076,36	26,74	40.000
9	60	197,50	3,46	4.759,70	27,60	33.333

Al analizar los resultados obtenidos en las determinaciones de campo, a lo largo del bancal (Tabla 30), se observa que la altura de planta, el IAF y la humedad promedio en el estrato de 0-40 cm, aumentan de la cabecera hacia el pie del bancal, pero no influyeron sobre el rendimiento, ya que éste fue menor en el centro que en la cabecera, obteniéndose el mayor rendimiento en el pie del bancal. Lo anterior se debió a que en el ciclo del cultivo durante la realización de una práctica cultural –limpieza– se utilizó una maquinaria inadecuada que dañó la conformación del bancal, principalmente en el área 4 ubicada en el centro, ocasionando el aguchinamiento de la misma, cuando ocurrieron altas precipitaciones.

Precipitación y escorrentía

Se analizaron aquellos eventos en los cuales los datos fueron registrados en las bandas de los respectivos aparatos, es decir, que el agua caída fue registrada en el pluviógrafo y que la escorrentía a su vez fue registrada en la banda del limnógrafo. Esta condición sólo ocurrió en ciertas oportunidades, debido a

que el limnógrafo pertenecía al MARNR, y su disponibilidad era limitada. Los datos de precipitación y escorrentía se indican en el Apéndice 10.

Tabla 30. Rendimiento y promedios de determinaciones de campo a lo largo del bancal.

Area	Total plantas	Altura de plantas cm	IAF	Rendimiento kg/ha	Humedad 0-40 cm %
Cabecera	64	149	2,98	4.450,81	22,97
Centro	52	168	3,17	3.608,39	26,91
Pie	57	178	3,25	5.138,79	27,67

Número de curva por el método del SCS

Con los eventos analizados de precipitación y escorrentía del Apéndice 10, se pretendía estimar la escorrentía total, y a partir de ella obtener el número de curva, pero, por un error en las mediciones del aforador Parshall, los valores obtenidos de escorrentía no fueron considerados confiables.

Comparación de la escorrentía y el coeficiente de drenaje obtenidos en la medición de los eventos y los valores teóricos

Con base en las Ecuaciones: (4.4), (4.5), (4.6) y (4.7), se pretendía calcular la escorrentía teórica y el coeficiente de drenaje para compararlos con los valores obtenidos por medición directa, pero esto no fue posible, debido al problema mencionado en el punto anterior.

Análisis estadístico

El análisis estadístico para ver la influencia de las diferentes variables sobre el rendimiento, resultó no significativo. Cuando se compara el porcentaje de humedad con las áreas de muestreo a lo largo del bancal, se obtiene una alta significación, lo que indica una asociación entre las variables medidas. Así, se tiene que la humedad de 0-20 cm, 20-40 cm y la promedio del bancal, resultó altamente significativa respecto a la posición del bancal, es decir, varía de la cabecera hacia el pie; también hay mayor grado de asociación con la humedad en el estrato de 0-20 cm que en el estrato de 0-40 cm.

Nivel freático

Las mediciones realizadas en los pozos de observación instalados en el área de bancal, no registraron ascenso del nivel freático. Lo anterior indica que los excesos de agua que se presentaron durante el ciclo del cultivo se debieron exclusivamente a las altas precipitaciones.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De la evaluación del rendimiento de maíz sembrado en bancales en los Llanos Occidentales, se concluye que:

1. La precipitación promedio anual para la serie 1970-1983 es de 1.651,70 mm, de los cuales 1.175,30 mm corresponden a los meses de mayo a septiembre; el resultado del balance hídrico muestra que del total de excesos de agua, más del 90% ocurrió durante los períodos críticos del maíz, que son floración y llenado del grano.

2. Los rendimientos obtenidos en la siembra en plano, para el período 1970-1983, son inferiores a los de la siembra en terreno conformado en bancal; en general, la relación bancal/plano está entre 2:1 y 3:1.

3. Con base en el seguimiento que se le hizo al cultivo, empleando el procedimiento de la FAO (Doorembos y Pruitt, 1976), la duración de cada una de las fases en que se dividió el ciclo del cultivo fue: inicial: 10; desarrollo: 31; mediados del período: 37 y finales del período: 42 días.

4. A partir de la curva única ajustable, se obtuvieron los valores promedios mensuales de K_c , los cuales fueron: junio: 0,52; julio: 0,90; agosto: 1,12; y septiembre: 0,96.

5. Los suelos del área experimental pertenecen al orden Inceptisol, con textura arcillo limosa, pH promedio de 4,6 y un contenido de materia orgánica de 4,31%. Presenta un valor de capacidad de campo de 27% y un punto de marchitez permanente de 13,3 % para el estrato de 0-40 cm de profundidad.

6. El ciclo del maíz tiene una duración de 120 días y los períodos críticos de floración y llenado del grano transcurren desde los 50 hasta los 105 días después de la siembra. La mayor demanda de agua ocurre entre los 55 y los 70 días de vida del cultivo, cuando éste alcanza el valor máximo del coeficiente de cultivo, $K_c = 1,12$, que corresponde a la época de formación de la espiga, que es cuando la planta requiere de humedad adecuada para el llenado del grano y formación de la mazorca.

7. El cultivo alcanzó una profundidad radical de 40 cm, pero más del 79% de las raíces se ubicaron en el estrato de 0-20 cm. Los valores de altura de planta e índice de área foliar, IAF, aumentaron desde la cabecera hacia el pie del bancal,

donde se obtuvieron valores de 1,78 m y 3,25 respectivamente; una altura promedio de planta de 1,65 m y un IAF promedio de 3,13.

8. El balance hídrico anual muestra que el exceso de agua, producto de la lluvia, ocurre en los meses de junio a noviembre, y representa más del 43% del total de la precipitación. Dentro de ese lapso se encuentra el período de siembra del maíz, con más del 89% del total de exceso.

9. Al comparar el resultado del balance hídrico mensual por el método de Norero (1976), con el realizado durante el ciclo del maíz, se comprueba que hubo excesos de agua considerables, más del 62% del total de precipitaciones, en el establecimiento del cultivo y durante la floración y llenado del grano, pero no se observaron efectos negativos sobre el cultivo, ya que la conformación del suelo en bancal facilitó la salida de los sobrantes de agua.

10. La lámina de agua aprovechable aumenta con el crecimiento y desarrollo del cultivo, y alcanza el valor máximo de 71 mm, a los 87 días de vida del cultivo, para la profundidad máxima de 40 cm. La fracción de agotamiento, p , alcanza su valor más alto, 0,56, en el período inicial del cultivo, siendo el valor promedio en el ciclo de 0,54.

11. Durante todo el ciclo del cultivo, la humedad promedio en el estrato de 0-20 cm fue superior a la del estrato de 20-40 cm. El valor promedio en el bancal, para la profundidad de 0-40 cm estuvo muy cercano a capacidad de campo, no habiendo diferencias significativas entre las nueve áreas parciales de muestreo. El análisis de la humedad con relación a la pendiente longitudinal del bancal, muestra que esta aumentó de la cabecera hacia el pie. Las pérdidas por escorrentía son altas, por cuanto el suelo mantuvo colmada su capacidad de almacenamiento. Relacionando la humedad con el rendimiento promedio, el mayor se obtuvo en el pie del bancal, donde se midieron los más altos valores de humedad.

12. El rendimiento promedio en el bancal fue de 4.399 kg/ha para un valor máximo promedio de 5.138 kg/ha en el ámbito de la cabecera y un mínimo de 3.608 kg/ha en el centro del bancal. El rendimiento en la siembra en terreno plano, de 2.500 kg/ha resultó muy por debajo de dichos valores.

13. Al relacionar la humedad con el rendimiento en el sentido de la pendiente transversal, se concluye que es mayor el rendimiento promedio en el centro, de 5.504 kg/ha, que a los lados, 3.847 kg/ha, coincidiendo con la menor humedad del suelo producto de la conformación del bancal. La conformación del suelo en bancal permitió que los excesos de agua de 582,73 mm que se presentaron durante el ciclo del cultivo, no afectaran el rendimiento promedio obtenido, que fue de 4.399 kg/ha, como sí ocurrió con la siembra en terreno plano, en el área sin bancal.

14. En los pozos de observación, de 2,10 m de profundidad, no se registró ascenso del nivel freático, por lo cual los excesos de agua que se presentaron durante el ciclo del cultivo, se debieron única y exclusivamente a las altas precipitaciones.

Recomendaciones

1. Seleccionar un área que pueda servir de testigo, donde se consideren y evalúen los mismos factores y mediciones que en el área de ensayo, de tal manera que se puedan hacer comparaciones cuantitativas.

2. Tomar un mayor número de áreas de mediciones para aumentar la precisión de las mismas, y por ende, reducir al máximo el error experimental.

3. Repetir el experimento en otros años y a la salida de las lluvias, ya que una de las objeciones al uso del bancal es que en años de baja precipitación puede drenar excesivamente los suelos, llegando a perjudicar el crecimiento y desarrollo del cultivo. Se deben corregir los errores cometidos y afinar la técnica experimental.

4. Después de sembrado el cultivo no se debe emplear maquinaria pesada, la cual puede dañar la conformación del bancal, afectando el desarrollo del cultivo, por cuanto el agua se acumula sobre la superficie.

5. El uso del sistema de siembra de maíz en bancales, en aquellos suelos con problemas de mal drenaje superficial, debe ir acompañado con prácticas de conservación de suelos y aguas (rotación de cultivos y cero labranza convencional), para evitar el deterioro de los suelos.

6. Los aparatos de mediciones se deben instalar durante todo el ciclo del cultivo, a fin de registrar todos los eventos de relevancia que puedan generar mayor información.

7. Aunque el pluviógrafo cuenta con una banda de registro para dos meses, es necesario chequearlo frecuentemente, por cuanto la parte superior del mismo es utilizada por los pájaros para hacer nidos, tapando la entrada de agua al aparato.

8. A fin de lograr datos confiables de escurrimiento, se debe evitar la entrada al área experimental, de aguas provenientes de áreas adyacentes, tomando sólo el aporte de la lluvia o del riego.

9. Hacer un análisis financiero para determinar la rentabilidad de la conformación del suelo en bancales.

10. Realizar estudio con diferentes dimensiones de bancal, a objeto de determinar el tamaño óptimo del mismo, de manera que permita drenar los excesos de agua en la época de lluvia y mantener la humedad necesaria para el desarrollo de los cultivos en la época de sequía.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

- Allieri, J. 1957. Estudio agrológico del Distrito Esteller. Sección de suelos del C.I.A.(Mecanografiado).
- Alram, B. 1974. Estudio preliminar de drenaje superficial en la zona de Turén, estado Portuguesa. Guanare: Dirección General de Recursos Hidráulicos. Oficina Edafológica de Occidente. MOP.
- Alvarez; L. 1991. Metodología para el diseño de bancales sobre suelos de texturas finas del Edo. Portuguesa. XI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Resúmenes. Coro: Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo.
- Arias, C. y Cabrera, S. 1977. Utilización del sistema de drenaje mediante bancales en asentamientos campesinos maiceros del estado Portuguesa. Araure: Comité de Fomento Regional del Maíz.
- Arteaga, G. 1972. Resultados técnicos económicos de la investigación operacional sobre 85 explotaciones de maíz en el sector campesino del Estado Portuguesa. Araure: Comité de Fomento Regional del Maíz.
- ASOPORTUGUESA. 1997. IV Curso sobre Producción de Maíz. Araure: Asociación de Productores Rurales del Edo. Portuguesa - FONAIAP.
- Avilan, J., Pérez, A., Guzmán, Y. y Arvelo, H. 1985. Enfoque integral de una zonificación agrícola. Ministerio de Agricultura y Cría. Oficina Nacional de Catastro Rural. Versión preliminar.
- Berrio, T. y Durán, G. 1993. Respuesta de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) a cuatro métodos de labranza. Guanare: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Estación Experimental Marfilar.
- Brito, P. y Gilabert de B, J.1983. Caracterización agroclimática de los Llanos Occidentales y sus relaciones con el cultivo del maíz. Maracay: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Serie C-Nº 3-02.
- Campero, G., Tovar, I. y Marcano, F. 1973. Determinación de la época de siembra del maíz (*Zea mays*, L.) en la región de los Llanos Occidentales. Araure: Comité de Fomento Regional del Maíz.
- Cabrera, S. 1975. Rendimientos obtenidos en maíz mediante el sistema de siembra en bancales en parcelas de suelos pesados con problemas de mal drenaje. Araure: Comité de Fomento Regional del Maíz.
- Cabrera, S. 1980. Memoria final de actividades de FOREMAIZ. Año 62-79. Manuscrito Inédito. Araure (Mecanografiado).

- Cabrera, S. 1993. Evaluación de diferentes métodos de labranza en el sistema de producción maíz - frijol en un suelo de Ospino de los Llanos Occidentales. Araure: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. CIAE - Portuguesa.
- Cabrera, S. 1997. El desarrollo de la planta de maíz. Formación y tipos de granos. Estados de crecimiento. Condiciones favorables. Araure: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- CIDIAT y Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. 1971. Resultados del 1º Seminario sobre Suelos Pesados en Venezuela. Mérida: CIDIAT.
- CIDIAT. 1976. Primer Seminario de Drenaje de Tierras Agrícolas. Mérida: CIDIAT.
- Comerma, J. y Arias, L. 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Trabajo - Seminario de Clasificación Interpretativa con fines agropecuarios. Maracay.
- Comerma, J. y Paredes, R. 1978. Principales limitaciones y agrícola de las tierras en Venezuela. Agronomía Tropical. Vol. XXVIII.
- Comerma, J. A. 1972. Manejo de suelos pesados. Resultados del XII Curso Breve Interamericano sobre Manejo de Suelos Pesados. Mérida: CIDIAT.
- CONICIT. 1997. Programa producción, productividad y sostenibilidad agrícola. FIR-97. Portuguesa: Comisionaduría de Ciencia y Tecnología.
- Chacón, E. 1995. Los suelos de los Llanos Occidentales para sistemas de producción con maíz. Guanare: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- De León, A. 1976. Evaluación de un sistema de drenaje superficial en los Llanos Occidentales. Tesis de M. Sci. Mérida: CIDIAT.
- Doorembos, I. y Pruitt, W. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO: serie Riego y Drenaje, N° 33.
- Doorembos, I. y Kassan, A. H. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje, N° 33.
- Duque, R. 1980. Precipitación. Formación, medición y análisis de datos. Mérida: CIDIAT.
- EEA. 1971. Resultados obtenidos en los experimentos de drenaje de maíz en suelos del Estado Portuguesa. Araure: Estación Experimental Araure.
- FAO. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Riego y Drenaje del Maíz. Pág. 107-110.
- FONAIAP. 1973. Resultados más resaltantes de la investigación experimental efectuada durante 1972. Araure: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- FONAIAP. 1984. Ensayos regionales de rendimiento de maíz. Araure: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Región Central.

- FOREMAIZ. 1972.** Programa para el incremento de la productividad del maíz en los Llanos Occidentales. Araure: Comité de Fomento Regional del maíz.
- FUDECO. 1981.** Diagnóstico regional. Volumen I y IV. Barquisimeto.
- FUDECO. 1983.** Capacidad de uso de los suelos de la Región Centro Occidental de Venezuela.
- Garavito, R. 1980.** Efecto del tiempo de inundación en la producción del maíz y pasto *Brachiaria* en suelos de los Llanos Occidentales de Venezuela. Tesis de M. Sci. Mérida: CIDIAT.
- Gobernación del Estado Portuguesa. 1993.** Plan de ordenación del territorio del Estado Portuguesa. Decreto 51. Guanare.
- Grassi, C. 1998.** Fundamentos de riego. Mérida: CIDIAT.
- Grassi, C. 1971.** Drenaje de tierras agrícolas. Mérida: CIDIAT.
- Grassi, C. 1998.** Formulación de proyectos de riego y drenaje. Mérida: CIDIAT.
- Guilarte, T. y Martínez, E. 1971.** Ensayo sobre manejo de suelos con fines de drenaje para el cultivo de maíz en el sistema de riego Río Boconó. Guanare: División de Edafología. Oficina Edafológica de Occidente. MOP.
- Guilarte, T., Miller, R., Martínez, E., Bustillos, A. y González, A. 1971.** Estudios con maíz en los Llanos, Venezuela. Guanare: División de Edafología. Oficina Edafológica de Occidente. MOP.
- Guilarte, T., Miller, R., Martínez, E., Bustillos, A. y González, A. 1972.** Mejoramiento del drenaje superficial como factor de incremento de los rendimientos del maíz en suelos pesados. Guanare: División de Edafología. Dirección de información básica. MOP.
- Lara H, H. 1990.** Construcción de bancales en el Estado Apure: un caso de transferencia de tecnología. III Congreso Venezolano de Ingeniería Agrícola. San Carlos: UNELLEZ.
- Marcano, F. 1973.** Mejoramiento del drenaje superficial en el cultivo del maíz. Araure: FOREMAIZ.
- Marcano, F. 1976.** Mejoramiento del drenaje superficial de suelos pesados para la producción de maíz (*Zea mays*, L.). Araure: FOREMAIZ.
- Marcano, F. 1980.** Sistemas mejoradores de drenaje superficial para el cultivo de maíz. Araure: FOREMAIZ.
- Marcano, F. 1996.** Problemas del mal drenaje y prácticas mejoradoras de drenaje para la producción del cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). III Curso sobre producción de maíz. Araure: Asociación de Productores Rurales del Estado Portuguesa - FONAIAP.
- Marcano, F. 1997.** Preparación del suelo y sistemas de labranza para el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). Barquisimeto: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.

- Marcano, F. y González, C. 1969. Demostraciones semicomerciales de prácticas agronómicas de máximo rendimiento de maíz en el Estado Portuguesa. Araure: FOREMAIZ.
- Marcano, F. y González, C. 1976. Experiencias sobre mejoramiento de drenaje superficial de suelos pesados para el cultivo del maíz. 1^{er} Seminario de Drenaje de Tierras Agrícolas. CIDIAT, Mérida.
- Marcano, F. y Lugo, R. 1976. Sistemas mejoradores de drenaje superficial y riego en maíz. 1^{er} Simposio Interinstitucional sobre Maíz y Sorgo, Maracay.
- Marcano, F. y Ohep, C. 1996. Labranza conservacionista y rotación de cultivos en el Yaracuy medio. Barquisimeto: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Facultad de Agronomía (mimeografiado).
- MARNR. 1979a. Evaluación de tierras con fines de aprovechamiento agrícola para las regiones de los Llanos Centrales y Occidentales. Maracay: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- MARNR. 1979b. Los excesos de aguas superficiales en los Llanos Occidentales. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- MARNR. 1986. Inventario nacional de tierras. Llanos Occidentales. Maracay: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. División de Información e Inventario del Ambiente.
- Mogollón, L. 1997. Los suelos de los Llanos Occidentales. PEQUIVEN. Resumen ejecutivo.
- MOP. 1971. Atlas de Venezuela. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Cartografía Nacional.
- MOP. 1972. Mejoramiento del drenaje superficial como factor de incremento de los rendimientos del maíz en suelos pesados. Guanare: División de Edafología. Dirección de Información Básica. Ministerio de Obras Públicas.
- MOP. 1974. Estudio preliminar de drenaje superficial en la zona de Turén. Ministerio de Obras Públicas. Venezuela.
- MOP. 1976. Estudios de drenaje agrícola en los Llanos Alto Occidentales. Ministerio de Obras Públicas. Venezuela.
- Morales, A. 1991. Estudio de las necesidades de riego y drenaje de un lote de tierra del campo experimental de la Facultad de Agronomía. Tesis. Maracay: Universidad Central de Venezuela.
- Norero, A. 1975. El clima y la fertilidad del suelo. Mérida: CIDIAT.
- Norero, A. 1976. Evaporación y transpiración. Serie suelos y clima. Material de enseñanza. Mérida: CIDIAT.
- Norero, A. 1983. Relaciones suelo - agua - planta - atmósfera. Mérida: CIDIAT.
- Norero, A. 1985. Balance hídrico en suelos cultivados. Mérida: CIDIAT.

Norero, A. 1986. El clima y la producción de cultivos. Relaciones físicas básicas. Mérida: CIDIAT.

Peña, J. 1998. Efectos de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y comportamiento del cultivo de girasol en la Colonia Agrícola de Turén. Tesis M. Sci. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

Pla Sentís, I. 1995. Labranza, propiedades físicas y producción de maíz en los Llanos Occidentales. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

Ramírez, G. Ch. 1980. Tolerancia de los cultivos maíz (*Zea mays*) y pasto braquiaria (*Brachiaria plantaginea*) a diferentes relaciones de inundación para determinar el tiempo de drenaje. Tesis de M. Sci. Mérida: CIDIAT.

Rázuri, L. R. 1977. Reconocimiento del problema del drenaje. Mérida: CIDIAT.

Rodríguez, P. J. 1995. Los factores climáticos y la preparación de tierras en la región de los Llanos Occidentales. DANAC.

Rodríguez, P. J. 1997. Aspectos climatológicos: su importancia en la producción comercial de maíz. IV Curso sobre Producción de Maíz. Araure: Asociación de Productores Rurales de Portuguesa.

Rojas, E. 1978. La producción agrícola en suelos anegados. Mérida: CIDIAT (Mimeografiado).

Rojas, R. 1987. Drenaje superficial de tierras agrícolas. Mérida: CIDIAT.

Salazar, J. V. 1972. Problemas de adaptación de cultivos a suelos pesados. Ministerio de Obras Públicas.

Salazar, J. y Meléndez, M. 1970. Comportamiento de tres pastos de corte y uno de pastoreo en un suelo pesado usando diferentes métodos de siembra. Ministerio de Obras Públicas: División de Edafología.

Santos, A. 1998. Limitaciones y potencialidades de los suelos de los Llanos Occidentales para el desarrollo agropecuario y zonificación del cultivo de girasol. Palmavén (informe).

Schargel, R. 1991. Los estudios de suelos a nivel de finca y su relación con los sistemas interpretativos de evaluación de tierras. III Seminario sobre Clasificaciones Interpretativas de Suelos con Fines Agropecuarios. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

Servicio Shell para el Agricultor. 1969. Maíz. Cagua: Fundación Shell. II Edición.

Strebin, S. J. 1991. Atlas de capacidad de uso de las tierras: estados centrales y centro occidentales. XI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Coro: Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo.

Strebin, S. y Navarro, A. 1991. Actualización del estudio de capacidad de uso de las tierras del Estado Portuguesa. XI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Coro: Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo.

SVCS. 1995. Taller sobre prácticas de labranza en los sistemas de producción con maíz en los Llanos Occidentales. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Boletín técnico N° 46.

UNELLEZ. 1993. XII Congreso Venezolano sobre la Ciencia del Suelo. Guanare: UNELLEZ - MARNR - FONAIAP - HYDRO - SVCS.

Villafañe, R. 1996. Diseño agronómico del riego. Postgrado en Ingeniería. Maracay: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

www.bdigital.ula.ve

APENDICES

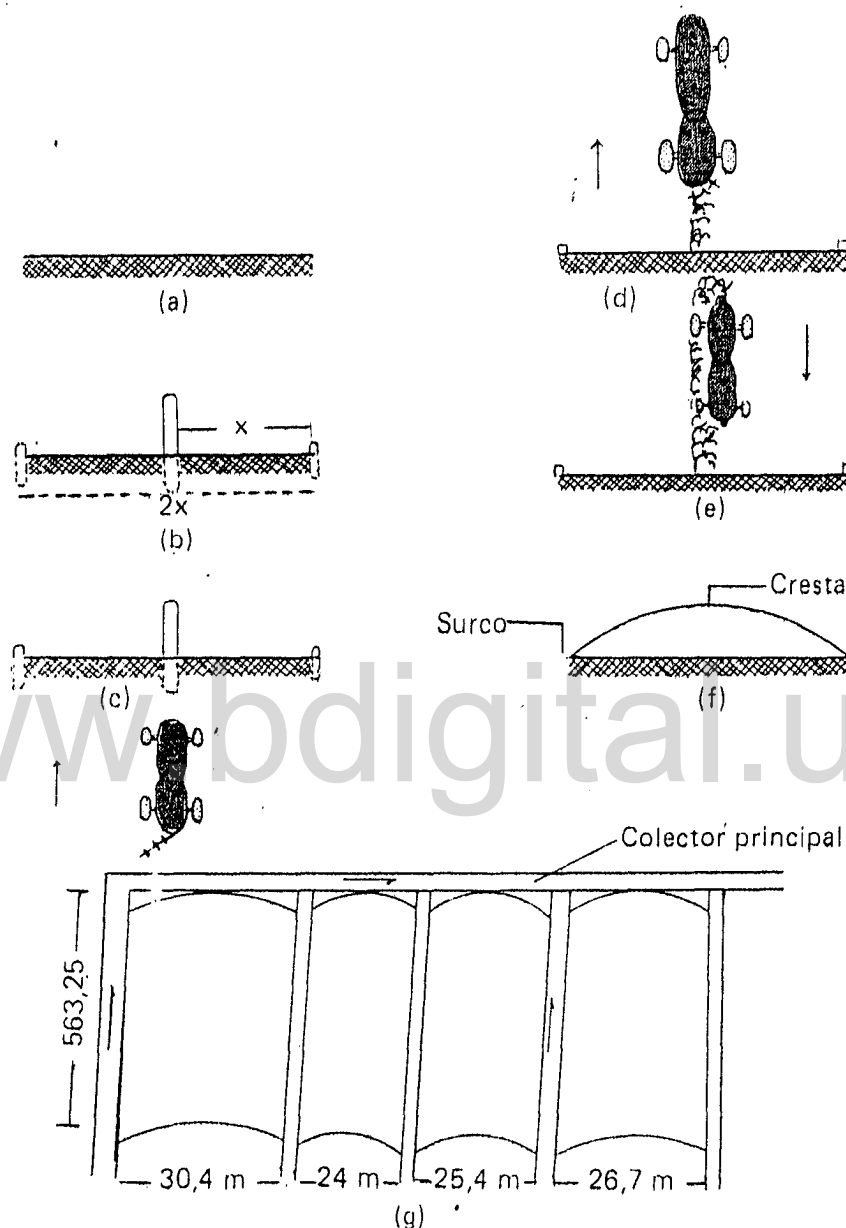
www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 1

Secuencia a seguir para la construcción de los bancales (Marcano, 1980)

www.bdigital.ula.ve



Esquema del sistema de siembra en bancales mostrando:
 (a) el terreno en condiciones normales, (b) identificación mediante estacas y jalones del bancale, (c) orientación inicio primer pase de arado (d) primer pase de arado (e) segundo pase de arado (f) forma que toma el terreno con 3 pases de arado más 4 rastra, (g) vista general de los bancales.

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 2

Datos climatológicos de la zona de estudio: precipitación, evaporación,
temperatura media, radiación media, insolación total

www.bdigital.ula.ve

MARNR
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS AUTOMATIZADOS

Estación: LAS MAJAGUAS

Latitud: 093913

Longitud: 685937

Elevación: 182

TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1970	5.1	17.0	2.2	41.1	221.1	215.0	271.7	204.7	336.2	122.2	16.6	100.8	1653.7
1971	10.9	5.7	2.1	52.0	83.7	177.5	255.9	155.4	237.6	80.0	48.3	9.2	1118.3
1972	23.1	12.0	66.0	183.4	277.4	233.3	259.6	178.6	331.0	51.9	60.3	11.0	1687.6
1973	.7	.0	18.0	39.9	59.0	171.2	141.8	103.0	181.4	70.6	30.5	10.7	826.8
1974	9.0	13.4	2.2	6.3	197.4	158.3	187.5	193.7	169.9	109.0	102.2	3.3	1152.2
1975	3.7	.0	7.7	31.5	165.7	177.7	145.7	223.3	234.2	239.4	82.8	60.1	1371.8
1976	.9	3.9	1.6	176.1	245.6	331.0	179.1	116.7	128.7	68.0	53.2	27.3	1332.1
1977	.0	.5	35.4	.0	216.5	202.5	265.0	306.9	129.4	161.5	79.6	4.4	1401.7
1978	5.3	2.5	1.3	216.8	254.4	325.2	215.2	173.0	80.1	111.6	42.2	46.4	1474.0
1979	.0	8.2	23.6	106.2	238.6	290.3	127.6	228.0	139.3	165.8	90.9	88.9	1507.4
1980	.6	.2	12.4	117.2	235.8	231.0	300.4	184.8	160.1	151.9	92.1	7.0	1493.5
1981	3.7	41.5	12.1	174.1	194.6	288.1	265.0	181.1	195.3	199.9	87.6	64.2	1704.2
1982	28.6	0.9	4.1	179.8	171.0	210.7	197.5	150.5	195.8	101.0	32.4	36.1	1308.4
1983	37.8	2.1	0.5	153.5	438.4	412.9	279.7	255.0	86.9	200.3	62.4	63.1	1989.9
Media	9.9	7.7	13.5	105.6	214.0	244.4	220.8	189.6	179.0	130.9	62.9	38.1	1422.9

Fuente: MARNR, Estación Las Majaguas

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS AUTOMATIZADOS

Estación: LAS MAJAGUAS

Latitud: 093913

Longitud: 685937

Elevación: 182

TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE EVAPORACION(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1970	187.3	220.5	253.4	250.3	155.2	116.2	104.1	111.7	162.6	168.1	209.7	159.0	2098.1
1971	263.8	282.2	319.5	268.7	167.7	174.1	185.2	172.6	171.8	162.6	201.1	241.3	2610.6
1972	216.7	255.8	279.4	226.3	170.7	168.1	163.7	180.0	153.4	189.7	200.5	220.8	2423.1
1973	244.0	294.2	309.9	266.1	256.6	181.1	179.4	158.7	160.7	190.6	175.1	254.6	2671.0
1974	274.9	282.0	329.5	291.1	178.9	204.4	151.9	145.6	135.1	151.1	138.7	226.8	2508.0
1975	261.6	260.3	236.4	274.8	157.8	144.1	158.6	142.1	148.3	161.2	160.9	204.4	2360.6
1976	246.0	258.1	282.2	206.4	144.6	134.5	112.8	149.2	144.9	181.0	176.8	190.9	2227.4
1977	244.5	245.8	260.5	286.7	180.9	145.6	168.5	161.5	161.8	153.6	126.3	178.6	2314.3
1978	237.7	249.5	290.6	172.0	143.1	118.3	155.5	122.6	144.7	166.9	157.2	173.0	2131.0
1979	271.3	255.3	269.2	189.7	144.4	90.7	132.0	146.5	136.5	135.7	147.4	162.8	2081.6
1980	191.7	258.5	283.2	208.7	109.8	98.8	111.7	107.8	115.7	127.4	137.4	156.6	1907.3
1981	203.1	180.1	244.5	164.1	105.7	107.0	137.3	128.8	119.7	132.3	142.9	134.9	1806.4
1982	165.6	180.8	246.4	136.9	117.3	113.4	125.8	125.9	101.5	111.0	118.6	126.3	1670.0
1983	142.3	199.9	267.7	160.9	108.2	101.6	111.7	109.0	118.0	109.0	131.5	140.6	1700.4
Media	226.1	246.9	276.6	221.6	152.9	136.6	142.7	140.1	141.1	152.9	158.9	183.6	2179.2

Fuente: MARNR, Estación Las Majaguas

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS AUTOMATIZADOS

Estación: PIRITU
Estado: PO.
Org.: MA

Tipo: PR
Latitud: 092235
Instalada: 1056

Serial: 2267
Longitud: 691249

Zona: 08
Altitud: 230 m.s.n.m.

TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1970	5,1	55,0	1,4	*	318,3*	259,6	*	476,7	217,3	257,2	18,9	94,4	1703,9
1971	9,0	2,7	40,4	139,9	130,2	276,6	280,8	*	587,5*	210,9	86,4	14,4	1778,8
1972	82,6	23,2	123,8	147,6	327,6	252,1	336,4	107,0	179,5	85,8	49,1	99,4	1814,1
1973	0,3	0,0	12,0	54,6	94,5	151,3	278,3	149,7	271,1	155,6	59,6	43,7	1270,7
1974	6,0	1,0	7,0	9,3	162,9	129,7	239,6	169,5	148,7	57,4	130,0	6,5	1067,6
1975	14,5	0,0	26,5	5,2	280,5	303,2	144,3	196,3	161,2	212,7	102,9	51,6	1498,9
1976	9,2	0,0	0,7	202,6	203,7	346,3	260,0	231,7	217,5	62,8	43,4	20,0	1597,9
1977	0,0	1,3	50,1	1,0	183,0	240,3	232,0	215,9	195,4	63,3	133,9	4,8	1321,0
1978	15,1	0,0	15,7	215,3	205,5	214,8	297,6	170,6	260,5	196,7	78,3	74,9	1746,0
1979	0,0	2,3	56,7	112,2	232,2	323,0	177,7	234,2	195,6	274,2	103,8	50,9	1762,8
1980	7,3	0,0	13,1	98,3	410,6	430,5	292,4	106,2	206,2	281,4	84,5	7,4	1937,9
1981	0,0	31,9	13,9	302,8	292,1	355,5	232,2	196,0	130,9	182,7	24,0	74,9	1836,9
1982	7,8	2,6	3,9	230,0	320,6	223,7	318,8	295,4	84,7	236,8	45,0	40,1	1811,4
1983	12,7	0,4	6,5	235,8	449,5	284,8	247,2	268,4	152,1	160,2	95,4	67,1	1980,1
1984	8,0	16,0	0,0	98,0	65,0	151,8	264,3	283,4	220,9	157,6	136,8	1,1	1402,9
1985	0,0	0,0	10,8	9,2	234,3	245,6	*	461,6*	220,3	180,2	81,7	27,0	1470,7
1986	1,0	1,9	7,5	81,9	*	610,9*	*	470,5*	340,2	188,0	111,8	50,2	1863,9
1987	27,5	0,8	1,8	56,1	168,5	.	.	.	.	.	.	.	.
Prom.	11,6	7,7	21,8	117,8	235,0	261,8	267,3	201,8	200,1	174,4	81,5	42,8	1639,1

Fuente: M.A.R.N.R., Estación de Píritu

* = Dato Englobado

. = Dato Faltante

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS AUTOMATIZADOS

Estación: COLONIA TUREN-I. A.
Estado: PO.
Org.: AC

Tipo: C1
Latitud: 091549
Instalada: 1046

Serial: 2277
Longitud: 690614

Zona: 08
Altitud: 275 m.s.n.m.

TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1970	3.2	64.4	1.8	29.9	180.9	222.5	150.7	394.6	241.3	166.4	44.1	52.6	1552.4
1971	5.8	7.9	4.8	165.0	156.8	188.8	226.8	202.8	272.3	105.3	26.8	24.3	1387.4
1972	33.0	7.3	136.1	138.5	221.9	342.4	367.5	87.6	200.8	108.0	77.0	74.2	1794.3
1973	0.0	0.0	14.5	99.4	107.9	224.8	186.4	214.6	237.8	170.0	79.8	43.4	1378.8
1974	8.5	0.0	0.3	12.6	187.8	114.2	213.4	152.8	203.0	125.7	82.5	4.1	1104.9
1975	0.4	0.2	23.6	7.7	118.7	301.1	232.6	284.6	187.0	252.0	77.7	50.4	1536.0
1976	0.1	0.0	1.2	135.4	230.5	356.1	230.9	120.6	62.2	125.3	67.3	15.8	1345.4
1977	1.4	0.0	59.4	0.0	231.8	214.2	224.7	241.9	103.4	164.2	72.3	0.5	1313.8
1978	10.0	0.0	5.0	194.0	258.5	278.8	148.9	238.4	194.0	171.5	41.1	63.8	1604.0
1979	0.0	0.0	97.2	88.1	223.9	416.6	190.5	384.2	68.3	248.8	155.7	60.6	1933.9
1980	4.6	0.1	7.3	180.4	234.9	344.9	229.8	201.2	212.6	135.9	70.0	6.3	1628.0
1981	4.2	27.2	24.6	558.3	208.9	349.5	187.5	169.6	123.2	132.5	21.7	54.4	1880.6
1982	22.4	0.1	0.3	273.7	346.8	303.8	267.8	162.2	135.3	215.6	117.7	58.6	1804.3
1983	13.9	2.9	17.4	183.6	333.7	241.3	314.9	266.3	226.4	147.5	111.3	114.2	1973.4
1984	28.0	5.0	0.0	99.2	89.1	161.6	279.7	334.0	165.9	318.5	155.0	3.2	1639.2
1985	0.0	0.0	3.8	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	5.1	-	18.3	36.6	133.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Prom.	6.4	7.4	17.0	95.6	196.8	269.3	237.3	213.8	168.8	139.9	79.3	35.7	1467.1

Fuente: M.A.R.N.R., Colonia Turen-I. A.

- = Dato Faltante

- = Dato desconocido

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS AUTOMATIZADOS

Estación: COLONIA TUREN-I. A.
Estado: PO.
Org.: AC

Tipo: C1
Latitud: 091549
Instalada: 1046

Serial: 2277
Longitud: 690614

Zona: 08
Altitud: 275 m.s.n.m.

TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE EVAPORACION (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1970	161.0	178.3	224.5	201.6	153.8	114.1	110.4	120.9	113.2	123.6	141.0	112.5	1754.9
1971	168.5	200.5	231.5	188.1	126.8	130.8	128.6	128.0	133.6	133.1	139.1	165.4	1874.3
1972	165.7	195.3	213.6	153.1	115.2	134.1	141.7	140.7	129.6	124.0	132.0	135.9	1780.9
1973	168.5	206.2	223.9	206.1	167.3	137.4	135.2	130.5	112.1	137.7	114.8	147.0	1886.7
1974	185.6	201.2	257.3	215.1	138.5	155.7	120.3	128.7	118.0	123.8	112.9	169.6	1926.7
1975	207.7	223.6	244.0	239.1	145.9	121.4	144.1	121.7	121.3	124.5	121.7	136.3	1951.3
1976	180.6	220.6	236.5	179.9	116.4	99.2	123.2	123.0	115.8	143.7	138.1	157.3	1834.3
1977	189.9	202.3	220.3	224.9	196.0	116.8	133.4	132.4	116.0	126.8	126.5	149.8	1935.1
1978	185.9	190.8	225.7	130.7	129.9	99.2	115.3	99.5	107.1	133.5	120.5	126.0	1664.1
1979	191.2	203.3	207.4	147.0	112.7	91.0	121.6	123.4	117.9	123.3	114.9	129.9	1683.6
1980	162.1	207.8	236.7	192.3	105.0	103.0	99.9	115.2	121.5	112.1	117.7	134.9	1708.2
1981	179.0	166.7	214.4	151.1	115.9	95.1	109.4	122.7	112.4	120.7	126.5	124.0	1637.9
1982	163.1	169.8	231.2	106.7	102.5	96.7	91.7	112.5	109.3	121.1	114.1	116.2	1534.9
1983	149.3	182.0	211.6	135.6	86.8	93.0	107.6	-	118.1	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	135.4	164.4	190.1	180.6	247.8	.	.	.	.	.	.	.	-
Prom.	172.1	191.0	222.6	177.1	132.3	111.8	114.7	120.2	120.4	128.8	127.4	143.3	1761.9

Fuente: M.A.R.N.R., Colonia Turen-I. A.

. = Dato Faltante

- = Dato desconocido

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA

RESUMEN CLIMATOLOGICO

Estación: COLONIA TUREN-I. A.
Estado: PO.
Org.: AC

Tipo: C1
Latitud: 091549
Instalada: 1046

Serial: 2277
Longitud: 690814

Zona: 08
Altitud: 275 m.s.n.m.

Parámetro Climatológico: TEMPERATURA MEDIA (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1970	27.9	27.8	28.6	29.5	28.1	26.7	26.5	26.7	26.4	27.4	26.6	26.7	26.1
1971	27.1	27.4	28.1	28.4	26.8	24.8	26.4	26.4	26.9	26.9	27.3	27.2	27.8
1972	26.8	27.7	28.4	26.8	26.4	26.4	26.3	26.6	26.8	27.3	27.4	27.6	27.0
1973	27.6	26.5	29.0	29.4	27.8	27.1	26.6	26.2	26.2	27.2	27.0	26.6	27.4
1974	27.0	27.8	28.7	28.8	26.8	27.5	25.9	26.0	26.1	26.5	26.9	26.6	27.1
1975	27.2	27.4	28.5	28.7	27.0	26.0	25.5	26.1	26.3	26.6	26.9	26.1	26.8
1976	26.3	27.3	28.9	27.4	25.8	25.6	25.8	26.2	26.9	27.4	27.3	-	-
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	25.9	25.7	25.4	25.8	26.1	26.3	26.5	25.6	0.0	-
1983	26.1	27.0	28.1	27.2	25.9	25.7	-	-	-	-	-	-	-
Media	27.1	27.6	28.4	28.8	27.7	26.2	26.0	26.2	27.0	27.3	27.1	26.7	-

Fuente: M.A.R.N.R., Colonia Turen-I. A.

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA

RESUMEN CLIMATOLOGICO

Estación: COLONIA TUREN-I. A.
Estado: PO.
Org.: AC

Tipo: C1
Latitud: 091549
Instalada: 1046

Serial: 2277
Longitud: 690614

Zona: 08
Altitud: 275 m.s.n.m.

Parámetro Climatológico: RADIACION MEDIA (CAL/CM2)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1970	373	528	510	423	413	409	427	423	418	448	470	406	437
1971	376	486	537	421	407	450	421	438	440	423	410	390	433
1972	405	477	448	403	367	403	415	434	423	448	417	407	420
1973	434	498	473	442	498	418	489	440	420	472	424	430	453
1974	470	513	505	383	415	438	444	474	480	468	435	482	458
1975	473	531	540	471	441	487	551	487	507	488	480	496	496
1976	499	574	572	458	420	434	486	523	486	495	503	479	494
1977	557	653	563	525	376	-	-	-	373	363	360	377	-
1978	444	484	483	345	391	350	395	322	369	380	351	355	389
1979	438	484	432	337	317	284	347	317	346	317	320	323	355
1980	337	392	401	357	-	310	298	297	339	304	297	281	-
1981	336	338	384	254	268	274	302	327	308	288	302	260	303
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	543	610	650	470	436	474	488	536	548	482	516	549	525
1984	603	631	696	585	631	539	505	507	488	510	556	558	567
Media	472	536	530	435	414	411	434	434	434	436	429	432	

Fuente: M.A.R.N.R., Colonia Turen-I. A.

M.A.R.N.R.
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE SECRETARIA TECNICA

RESUMEN CLIMATOLOGICO

Estación: COLONIA TUREN-I. A.
Estado: PO.
Org.: AC

Tipo: C1
Latitud: 091549
Instalada: 1046

Serial: 2277
Longitud: 690614

Zona: 08
Altitud: 275 m.s.n.m.

Parámetro Climatológico: INSOLACION TOTAL (HORAS Y DECIMAS)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1970	208.9	266.1	269.0	209.1	175.3	151.1	180.4	156.7	166.2	198.6	237.1	206.9	2425.4
1971	261.5	269.1	267.3	122.6	176.6	195.5	201.3	214.2	192.6	211.3	245.6	265.6	2623.2
1972	235.4	256.5	228.3	166.9	156.0	182.6	199.6	189.8	176.2	223.4	253.5	241.5	2509.7
1973	279.2	280.9	264.1	226.1	232.9	153.2	225.1	170.6	168.2	223.0	210.6	254.8	2688.7
1974	281.8	264.4	280.9	193.1	148.2	204.4	169.0	192.3	170.5	222.5	207.9	272.4	2607.4
1975	281.5	257.3	265.8	201.7	152.8	176.0	199.8	167.0	192.4	203.3	230.5	233.5	2561.6
1976	264.0	264.8	240.9	161.0	143.9	124.2	164.0	204.4	190.2	212.2	246.6	258.9	2475.1
1977	287.6	275.5	247.2	232.3	129.1	55.2	209.0	200.2	177.8	202.8	197.8	233.7	2448.2
1978	271.2	264.1	244.3	126.0	164.8	117.9	193.0	152.8	179.0	203.5	221.7	224.6	2363.1
1979	303.7	271.5	231.7	148.7	134.9	104.8	169.9	157.5	180.7	176.5	208.0	235.6	2323.7
1980	274.0	273.9	281.4	208.7	133.5	140.8	143.1	171.1	186.9	188.5	222.0	236.1	2460.0
1981	278.6	198.7	240.8	119.0	126.6	115.5	146.3	169.0	158.9	168.6	241.8	209.6	2173.4
1982	250.2	204.4	235.9	92.2	113.2	119.5	118.7	184.2	156.5	173.2	186.0	192.7	2026.7
1983	232.9	232.2	274.2	118.7	109.3	134.9	141.1	155.5	162.2	140.9	200.5	211.6	2114.0
1984	258.6	243.7	280.3	196.8	234.7	160.0	142.0	159.6	161.1	180.7	209.2	241.4	2468.1
1985	282.4	272.3	216.9	195.1	-0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	266.5	255.2	251.4	174.8	151.1	147.1	174.6	183.4	183.1	204.4	223.3	239.0	

Fuente: M.A.R.N.R., Colonia Turen-I. A.

Apéndice 3

Estudio agrológico del área experimental. Serie Acarigua.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Horizonte y profundidad

- 0-20 cm. A11p.

Franco Arcillo Arenoso; estructura débil, prismática, rompe en bloques subangulares, pequeños y moderados; duro seco, friable húmedo, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico mojado; pH: 5.5; límite abrupto y plano.

- 20-50 cm. A12.

Franco Arcilloso; estructura débil, prismática, rompe en bloques subangulares, pequeños, desarrollados; muy duro seco, firme húmedo, pegajoso y plástico mojado; no calcáreo; pH: 5.8; límite difuso y plano.

- 50-85. BE.

Franco Arcilloso; estructura moderada, pequeña, blocosa subangular; muy duro seco, firme húmedo, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico mojado; no calcáreo; neutro; pH: 6.2; límite difuso y plano.

- 85-120. Bw1.

Franco Arcilloso; estructura moderada, pequeña, blocosa angular; duro seco, firme húmedo, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico mojado; no calcáreo; neutro; pH: 6.3; límite difuso y plano.

- 120-150 +. Bw2.

Franco Arcillo Arenoso; estructura moderada, pequeña, blocosa angular; duro seco, muy friable húmedo, no pegajoso y ligeramente plástico mojado; no calcáreo; neutro; pH: 6.4.

Clasificación del suelo: Vertic Ustropepts, franco fina, no ácida, isohipertérmica.

Número de identificación del perfil: 992-VEN-90-PO-233

Localización del perfil: Agropecuaria El Choro, Municipio Píritu, Distrito Esteller, Estado Portuguesa.

Distribución: en llano no inundable (aluvial).

Clima: Tropical Lluvioso de Sabana. Precipitación: 1.500 mm. Temperatura: 27 °C.

Vegetación original: samán, caracaro, drago, etc.

Material Parental: aluviones del Río Acarigua.

Clase de Tierra: IIIIsd

Relieve: de forma ligeramente inclinada, 0-2%, W-E.

Limitaciones: textura fina y drenaje.

Descrito por: Fernando J. Granados M. (CENIAP -IIAG)
Daniel Araujo. E.E. Portuguesa

Fecha de colección: 05 de septiembre de 1990

Análisis de laboratorio: FONAIAP - CENIAP - IIAG - Maracay.

Topografía: Plana.

Drenaje: Externo: Bueno a pobre.
Interno: Moderado.

Condiciones físicas: Buenas a malas.

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 4

Resultados de la física y análisis de suelos.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
División de Información e Investigación del Ambiente
Laboratorio - Zona 8
Guanare

FISICA DE SUELOS

ESTUDIO: TUREN

LABORATORIO: ZONA 8

INTERESADO: Ing. Neida Escobar
FECHA: junio 1988

Nº	Prof.	Retención de humedad en atmósferas								Agua útil	Textura	M.O.
Lab.	cm	1/10	1/3	1	2,5	5	7,5	10	16	%		%
1	0 - 20		26,1					15,3	12,5			
2	20 - 40		27,9					18,2	14,0			
3	40 - 60		29,7					18,0	15,2			

Nº	Densidad	Densidad	Porosidad	Permeabilidad	LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION	
Lab.	aparente	real	total	cm/h	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Unificado	AASHO
1	1,30								
2	1,28								
3	1,55								

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
División de Información e Investigación del Ambiente
Laboratorio - Zona 8
Guanare

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO

ESTUDIO: TUREN

LABORATORIO: ZONA 8

INTERESADO: Ing. Neida Escobar
FECHA: Junio 1988

Identificación		Análisis mecánico				Constantes Físicas									
N° Lab.	Profundidad	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clasif. Textural	Reten. 1/3 Atm.	Humedad 15 Atm.	Agua útil	D.a.	D.R.	P.T.	Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad	% Humedad
1	0-20	19,4	39,0	41,6	AL										
2	20-40	18,8	41,6	41,6	AL										

N° Laboratorio	% Saturación	P.H.		C.E. x 10 ³		% Materia orgánica	P. disponible (ppm)		K (ppm)
		Pasta	1:2	Extracto	1:1		Olsen	Bray I	
1			4,6		0,48	4,31		17	180
2			4,7		0,24	4,31		23	220

Informe de laboratorio

I. La metodología utilizada en la determinación de los análisis es la siguiente:

- Textura

Se utilizó el método de Bouyoucos modificado.

- pH

Lectura directa en el potenciómetro, en una relación suelo : agua 1:2

- Conductividad eléctrica

Se determinó en una relación 1:2

- Carbón orgánico

Se utiliza el método de Walkley y Black, mediante el cual la materia orgánica se oxida por medio de un exceso de agente oxidante, ácido crómico, y el exceso se determina por titulación con sulfato ferroso amónico.

- Fósforo disponible

Se utilizó el método de Bray-Kurtz, el cual utiliza como solución extractora una mezcla de fluoruro de amonio 0,03N y ácido clorhídrico 0,025N.

- Potasio

El método utiliza como solución extractora el acetato de amonio 1N ajustado a pH 7, el potasio extraído se determina por fotometría de llama.

- Física de suelo

Se determinó la curva de retención de humedad a 1/3, 10 y 15 atmósferas.

II. Interpretación de los análisis.

- Textura

Da un resultado AL, suelo muy pesado.

- pH

Dentro de los rangos cae en muy ácido.

- Materia orgánica

Es mediana.

- Fósforo

Cae dentro del rango de los medianos.

- Potasio

Alto

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 5

Productos comerciales utilizados en el cultivo del maíz

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis
Prowl	Pendimethalin	4 l/ha
Gramoxone	Paraquat	2 l/ha
Nudrín	Methomyl 24 %	1 l/ha
Inisan	Monocrotofos	1 l/ha
Basagran	Bentazon	2l/ha (480 gr/l)

Prowl: Herbicida selectivo pre-emergente y post-emergente; controla gramíneas: paja americana, paja peluda, paja johnson; y malezas de hoja ancha.

Gramoxone: Herbicida de contacto; controla malezas anuales y perennes.

Nudrín: insecticida de contacto y por ingestión; controla cogollero, medidor, gusano del jojoto.

Inisan: herbicida órgano fosforado; controla barredor, gusano cogollero.

Basagran: herbicida de contacto; malezas de hoja ancha y cyperáceas (corocillo).

Apéndice 6

Balance hídrico anual para los años comprendidos entre 1971-1983, con una capacidad de almacenamiento del suelo de 70 mm

$$ET_o = 0,80 \times E_v$$

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

	Año 1971												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	211.	226.	256.	215.	134.	139.	148.	138.	137.	130.	161.	193.	2088.
P (mm)	11.	6.	2.	52.	84.	178.	256.	155.	238.	80.	48.	9.	1119.
dt (mm)	11.	0.	0.	0.	0.	39.	70.	70.	70.	20.	0.	0.	-
Exc. (mm)	0.	0.	0.	0.	0.	0.	77.	17.	101.	0.	0.	0.	195.
Déf. (mm)	200.	220.	254.	163.	50.	0.	0.	0.	0.	0.	93.	184.	1164.

	Año 1972												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	173.	205.	224.	181.	137.	133.	131.	144.	123.	152.	160.	177.	1940.
P (mm)	23.	12.	66.	183.	277.	233.	260.	179.	331.	52.	60.	11.	1687.
dt (mm)	0.	0.	0.	2.	70.	70.	70.	70.	70.	0.	0.	0.	-
Exc. (mm)	0.	0.	0.	0.	72.	100.	129.	0.	0.	0.	0.	0.	301.
Déf. (mm)	150.	193.	158.	0.	0.	0.	0.	35.	208.	30.	100.	166.	1040.

	Año 1973												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	195.	235.	248.	213.	205.	145.	144.	127.	129.	152.	140.	204.	2137.
P (mm)	1.	0.	18.	40.	59.	171.	142.	103.	181.	71.	31.	11.	828.
dt (mm)	0.	0.	0.	0.	0.	26.	24.	0.	52.	0.	0.	0.	-
Exc. (mm)	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
Déf. (mm)	194.	235.	230.	173.	143.	0.	0.	0.	0.	29.	109.	193.	1309.

	Año 1974												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	220.	226.	264.	233.	142.	164.	122.	116.	108.	121.	111.	181.	2008.
P (mm)	9.	13.	2.	6.	197.	158.	188.	194.	170.	109.	102.	3.	1151.
dt (mm)	0.	0.	0.	0.	55.	49.	70.	70.	70.	58.	49.	0.	-
Exc. (mm)	0.	0.	0.	0.	0.	0.	45.	78.	62.	0.	0.	0.	185.
Déf. (mm)	211.	213.	262.	227.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	129.	1042.

	Año 1975												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	209.	208.	189.	220.	126.	115.	127.	114.	119.	129.	129.	164.	1849.
P (mm)	4.	0	8.	32.	166.	178.	146.	223.	234.	239.	83.	60.	1373.
dt (mm)	0	0	0	0	40.	70.	70.	70.	70.	70.	24.	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	0	33.	19.	109.	115.	110.	0	0	386.
Déf. (mm)	205.	208.	181.	188.	0	0	0	0	0	0	0	80.	862.

	Año 1976												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	197.	206.	226.	165.	116.	108.	90.	119.	116.	145.	141.	153.	1782.
P (mm)	1.	4.	2.	176.	246.	331.	179.	117.	129.	68.	53.	27.	1333.
dt (mm)	0	0	0	11.	70.	70.	70.	68.	70.	0	0	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	71.	223.	89.	0	11.	0	0	0	394.
Déf. (mm)	196.	202.	224.	0	0	0	0	0	0	7.	68.	126.	843.

	Año 1977												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	196.	197.	208.	229.	145.	116.	135.	129.	129.	123.	101.	143.	1851.
P (mm)	0	1.	35.	0	217.	203.	265.	307.	129.	162.	80.	4.	1463.
dt (mm)	0	0	0	0	70.	70.	70.	70.	70.	70.	49.	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	2.	87.	130.	178.	0	39.	0	0	434.
Déf. (mm)	196.	196.	173.	229.	0	0	0	0	0	0	0	90.	884.

	Año 1978												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	190.	200.	232.	138.	114.	95.	124.	98.	116.	134.	126.	138.	1705.
P (mm)	6.	3.	1.	217.	254.	325.	215.	173.	80.	112.	42.	46.	1474.
dt (mm)	0	0	0	70.	70.	70.	70.	70.	34.	12.	0	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	9.	140.	230.	91.	75.	0	0	0	0	545.
Déf. (mm)	184.	197.	231.	0	0	0	0	0	0	0	72.	92.	776.

	Año 1979												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	217.	204.	215.	152.	116.	73.	106.	117.	109.	109.	118.	130.	1666.
P (mm)	0	8.	24.	106.	239.	290.	128.	228.	139.	166.	91.	89.	1508.
dt (mm)	0	0	0	0	70.	70.	70.	70.	70.	70.	43.	2.	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	53.	217.	22.	111.	30.	57.	0	0	490.
Déf. (mm)	215.	196.	191.	46.	0	0	0	0	0	0	0	0	648.

	Año 1980												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	153.	207.	226.	167.	88.	79.	89.	86.	93.	102.	110.	125.	1525.
P (mm)	1	0	12.	117.	236.	231.	300.	185.	160.	152.	92.	7.	1493.
dt (mm)	0	0	0	0	70.	70.	70.	70.	70.	70.	52.	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	78.	152.	211.	99.	67.	50.	0	0	657.
Déf. (mm)	152.	207.	214.	50.	0	0	0	0	0	0	0	66.	689.

	Año 1981												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	162.	144.	200.	131.	85.	86.	110.	103.	96.	106.	114.	108.	1445.
P (mm)	4.	41.	1.	12.	174.	195.	285.	265.	181.	195.	200.	88.	1641.
dt (mm)	0	0	0	0	70.	70.	70.	70.	70.	70.	70.	50.	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	19.	109.	175.	162.	85.	89.	86.	0	725.
Déf. (mm)	108.	103.	199.	119.	0	0	0	0	0	0	0	0	529.

	Año 1982												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	132.	145.	198.	110.	94.	91.	101.	101.	81.	89.	95.	101.	1338.
P (mm)	29.	1.	4.	180.	171.	211.	198.	151.	196.	101.	32.	36.	1310.
dt (mm)	0	0	0	70.	70.	70.	70.	70.	70.	70.	7.	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	77.	120.	97.	50.	115.	12.	0	0	471.
Déf. (mm)	103.	144.	194.	0	0	0	0	0	0	0	0	58.	499.

	Año 1983												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
ETo (mm)	114.	160.	214.	129.	87.	81.	89.	87.	94.	87.	105.	112.	1359.
P (mm)	38.	2.	1.	154.	435.	413.	280.	255.	87.	200.	62.	64.	1991.
dt (mm)	0	0	0	25.	70.	70.	70.	70.	63.	70.	27.	0	-
Exc. (mm)	0	0	0	0	303.	332.	191.	168.	0	106.	0	0	1100.
Déf. (mm)	76.	158.	213.	0	0	0	0	0	0	0	21.	0	168.

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 7

Balance hídrico durante el ciclo del cultivo para los años 1971-1983.

$$ET_m = ET_o \times k_c$$

www.bdigital.ula.ve

Año 1971							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	70	125	166	132	92	585
P (mm)	-	84	178	256	155	238	911
dt (mm)	0	14	57	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	0	-	87	23	146	256
Déf. (mm)	-	0	-	0	0	0	-

Año 1972							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	71	120	147	138	82	558
P (mm)	-	277	233	2	60	179	751
dt (mm)	2	70	70	0	0	70	-
Exc. (mm)	-	138	113	0	0	27	278
Déf. (mm)	-	0	-	75	78	0	153

Año 1973							
	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Total
ETm (mm)	-	78	130	142	124	102	576
P (mm)	-	171	142	103	181	71	668
dt (mm)	0	70	70	31	70	39	-
Exc. (mm)	-	23	12	0	18	0	53
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1974							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	74	148	137	111	73	543
P (mm)	-	197	158	158	194	170	907
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	53	10	51	83	97	294
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1975							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	66	104	142	109	79	500
P (mm)	-	166	178	146	223	234	947
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	30	74	4	114	155	377
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1976							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	60	97	101	114	78	450
P (mm)	-	246	331	179	117	129	1002
dt (mm)	11	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	127	234	78	3	51	493
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1977							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	75	104	151	124	86	540
P (mm)	-	217	203	265	307	129	1121
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	72	99	114	183	43	511
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1978							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	59	86	139	94	78	456
P (mm)	-	254	325	215	173	80	1047
dt (mm)	70	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	195	239	76	79	2	591
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1979							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	60	66	119	112	73	430
P (mm)	-	239	290	128	228	139	1024
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	109	224	9	116	66	524
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1980							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	46	71	100	83	62	362
P (mm)	-	236	231	300	185	160	1112
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	120	160	200	102	98	680
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1981							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETP(mm)	-	45	77	123	99	64	408
P(mm)	-	174	195	285	285	181	1100
dt(mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	59	118	162	166	117	622
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

Año 1982							
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	49	82	113	97	54	395
P (mm)	-	171	211	198	151	196	927
dt (mm)	0	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	122	129	85	54	142	532
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

	Año 1983						
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Total
ETm (mm)	-	45	73	101	84	63	366
P (mm)	-	435	413	280	255	87	1470
dt (mm)	25	70	70	70	70	70	-
Exc. (mm)	-	345	340	179	171	24	1059
Déf. (mm)	-	0	0	0	0	0	0

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 8

Resultados de altura de planta en cm e índice de área foliar, IAF a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Area parcial de muestreo N°	29 dds		41 dds		50 dds		67 dds	
	AP cm	IAF °	AP cm	IAF	AP cm	IAF	AP cm	IAF
1	18,50	0,15	32,80	1,07	74,10	3,00	130,80	3,41
2	21,00	0,63	64,30	1,52	95,80	1,77	168,50	2,84
3	24,00	0,34	46,00	0,99	77,60	2,28	148,40	2,68
4	25,60	0,58	38,50	1,16	115,80	2,39	160,50	3,46
5	23,60	0,43	66,40	1,90	130,80	3,04	203,00	3,59
6	14,50	0,15	40,50	0,64	83,90	1,47	140,80	2,45
7	22,00	0,19	42,30	1,02	69,80	1,99	153,80	3,07
8	25,00	1,19	80,00	1,37	113,30	1,56	184,00	3,22
9	25,00	0,68	99,50	2,24	126,60	3,07	197,50	3,46
Promedio	22,10	0,48	56,70	1,32	98,60	2,29	165,30	3,13

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 9

Humedad en el suelo en mm, a los 29, 41, 50 y 67 días de vida del cultivo.

www.bdigital.ula.ve

Area	29 dds		41 dds		50 dds		67 dds	
Nº	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40
1	33,33	25,47	24,28	29,39	17,21	15,13	27,46	25,14
2	27,66	20,92	25,35	18,79	18,10	8,06	37,54	23,32
3	32,37	28,47	27,85	22,25	25,95	18,25	43,97	26,21
4	46,51	29,08	33,25	27,47	46,18	36,99	45,99	35,74
5	32,21	28,52	32,50	30,64	43,47	30,64	43,24	34,82
6	46,96	23,81	29,33	22,94	35,02	30,03	51,40	29,82
7	48,83	65,64	36,04	22,09	35,62	24,83	48,23	37,53
8	41,89	28,03	39,73	20,38	39,78	27,93	44,07	36,94
9	41,13	38,99	35,00	28,29	42,67	30,00	43,50	36,71
Promedio	38,99	32,10	31,48	24,69	33,78	24,65	42,82	31,80

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 10

**Precipitación y escorrentía a los 30, 68, 70, 71, 74, 79 y 80
días de vida del cultivo**

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 30 días de vida del cultivo.
Fecha: 03/07/88

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo	P	Pacum	Tiempo	Altura
h	mm	mm	h	cm
12,25	0,00	0,00	12,25	0,00
12,50	5,60	5,60	12,50	1,00
12,75	0,00	5,60	1,00	19,20
1,00	1,20	6,80	1,50	10,50
			2,00	3,50
			2,50	1,50
			3,00	0,50
			3,50	0,00
Total mm		6,80		
Duración		30 min.	3 horas	

www.bdigital.ula.ve

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 30 días de vida del cultivo.
Fecha: 03/07/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo	P	Pacum	Tiempo	Altura
h	mm	mm	h	cm
8,75	0,00	0,00	9,50	0,00
9,00	3,00	3,00	9,75	15,40
9,25	1,00	4,00	10,00	13,00
9,50	0,90	4,90	10,50	6,00
			11,00	2,00
			11,25	0,80
			11,50	0,00
Total mm		4,90		
Duración		45 min.	2 horas	

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 68 días de vida del cultivo.
Fecha: 11/08/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo h	P mm	Pacum mm	Tiempo h	Altura Cm
6,00	0,00	0,00	6,75	0,00
6,25	8,60	8,60	7,00	27,80
6,50	0,00	8,60	7,25	30,00
			7,50	27,80
			8,00	19,80
			8,50	5,80
			9,00	2,80
			9,25	0,00
Total mm		8,60		
Duración		10 min.	2,50 horas	

www.bdigital.ula.ve

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 70 días de vida del cultivo.
Fecha: 13/08/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo h	P mm	Pacum mm	Tiempo h	Altura cm
7,30	0,00	0,00	7,75	0,00
8,00	5,10	5,10	8,00	18,80
8,25	0,20	5,30	8,25	20,20
8,30	0,00	5,30	8,50	17,80
			9,00	7,80
			9,50	3,80
			10,00	0,80
			10,25	0,00
Total mm		5,30		
Duración		25 min.	2,50 horas	

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 71 días de vida del cultivo.
Fecha: 14/08/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo h	P mm	Pacum mm	Tiempo h	Altura cm
2,50	0,00	0,00	3,25	0,00
2,75	6,20	6,20	3,50	23,80
3,00	0,40	6,60	4,00	32,80
3,25	0,10	6,70	4,50	38,20
3,50	6,00	12,70	5,00	35,80
3,75	1,50	14,20	5,50	30,80
4,00	0,60	14,80	6,00	24,80
4,25	0,00	14,80	6,50	15,80
			7,00	8,80
			7,50	3,80
			7:75	0,00
Total mm		14,80		
Duración		105 min.	4,50 horas	

www.bdigital.ula.ve

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 74 días de vida del cultivo.
Fecha: 17/08/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo h	P mm	Pacum mm	Tiempo h	Altura Cm
11,25	0,00	0,00	11,25	0,00
11,50	0,40	0,40	11,50	32,80
11,75	17,20	17,60	11,75	41,00
12,00	0,00	17,60	12,00	39,80
12,50	0,00	17,60	12,30	32,80
			1,00	23,80
			1,30	15,80
			2,00	6,80
			2,25	0,00
Total mm		17,60		
Duración		15 min.	3 horas	

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 79 días de vida del cultivo.
Fecha: 22/08/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo	P	Pacum	Tiempo	Altura
h	mm	mm	h	Cm
4,25	0,00	0,00	7,00	0,00
4,50	1,10	1,10	7,50	38,00
5,00	0,80	1,90	8,00	46,00
5,50	0,30	2,20	8,50	49,00
6,00	0,30	2,50	9,00	43,00
6,50	3,00	5,50	9,50	36,00
6,75	9,40	14,90	10,00	27,00
7,00	0,00	14,90	10,50	13,00
7,50	0,00	14,90	11,00	7,00
8,00	0,10	15,00	11,50	0,00
Total mm		15,00		
Duración		135 min.	4,50 horas	

www.bdigital.ula.ve

Precipitación y escorrentía ocurrida a los 80 días de vida del cultivo.
Fecha: 02/09/88.

Precipitación			Escorrentía	
Tiempo	P	Pacum	Tiempo	Altura
h	mm	mm	h	cm
2,25	5,00	5,00	3,50	0,00
2,50	0,60	5,60	4,00	11,50
2,75	0,60	6,20	4,50	15,50
3,00	3,10	9,30	5,00	10,50
3,25	0,00	9,30	5,50	3,50
			5,75	0,00
Total mm		9,30		
Duración		60 min.	2,25 horas	

Apéndice 11

**Características generales de las plantas, en las áreas de muestreo,
a los 100 días de vida del cultivo.**

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Áreas	Desarrollo	Color	Tamaño	Plantas/hilo	Total plantas	Observación
1	Bueno	Verde	Medianas	14	57	Plantas de tallo delgado y aspecto débil
2	Bueno	Verde	Altas	18	70	
3	Bueno	Verde	Medianas	16	65	
4	Regular	Amarillentas	Altas	10	41	
5	Bueno	Verde	Altas	16	65	Problemas de germinación
6	Bueno	Verde	Medianas	13	51	
7	Bueno	Verde	Altas	10	38	
8	Bueno	Verde	Altas	18	72	
9	Bueno	Verde	Altas	15	60	

Área 4: hubo aguachinamiento cuando ocurrieron altas precipitaciones.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Apéndice 12

Información adicional

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

Resultados del cálculo del IAF.

Fecha : 29 dds

Area de muestreo	AP cm	Sombreamiento %	AF m ²	Plantas/m	IAF
1	18,50	29	0,03	4	0,15
2	21,00	27	0,14	4	0,63
3	24,00	38	0,10	3	0,34
4	25,60	40	0,13	4	0,58
5	23,60	42	0,10	4	0,43
6	14,50	31	0,06	3	0,15
7	22,00	30	0,04	4	0,19
8	25,00	39	0,27	4	1,19
9	25,00	44	0,15	4	0,68
Promedio	22,10				0,48

Fecha : 41 dds

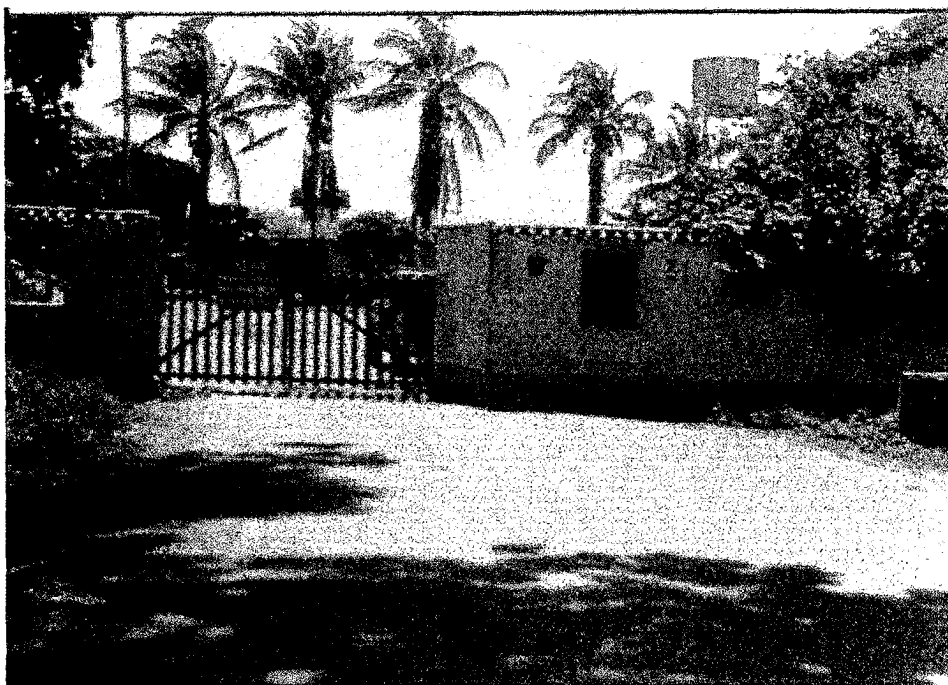
Area de muestreo	AP cm	Sombreamiento %	AF m ²	Plantas/m	IAF
1	42,80	78	0,24	4	1,07
2	64,30	77	0,34	4	1,52
3	46,00	83	0,28	3	0,99
4	38,50	65	0,26	4	1,16
5	66,40	76	0,438	4	1,90
6	40,50	56	0,19	3	0,64
7	43,20	78	0,23	4	1,02
8	80,00	76	0,31	4	1,37
9	99,50	89	0,51	4	2,24
Promedio	56,70				1,32

Fecha : 50 dds

Area de muestreo	AP cm	Sombreamiento %	AF m ²	Plantas/m	IAF
1	74,10	90	0,68	4	3,00
2	95,80	85	0,40	4	1,77
3	77,60	90	0,68	3	2,28
4	115,80	84	0,54	4	2,39
5	130,80	90	0,68	4	3,04
6	83,90	85	0,44	3	1,47
7	69,80	89	0,45	4	1,99
8	113,30	89	0,35	4	1,56
9	126,60	94	0,69	4	3,07
Promedio	98,60				2,28

Fecha : 67 dds

Area de muestreo	AP cm	Sombreamiento %	AF m ²	Plantas/m	IAF
1	130,80	100	0,77	4	3,41
2	168,50	100	0,72	4	2,84
3	148,40	100	0,80	3	2,68
4	160,50	100	0,78	4	3,46
5	203,00	100	0,81	4	3,59
6	140,80	100	0,74	3	2,45
7	153,80	100	0,69	4	3,07
8	184,00	100	0,70	4	3,22
9	197,50	100	0,78	4	3,46
Promedio	165,30				3,13



Hacienda 'El Choro'



Canal principal de drenaje



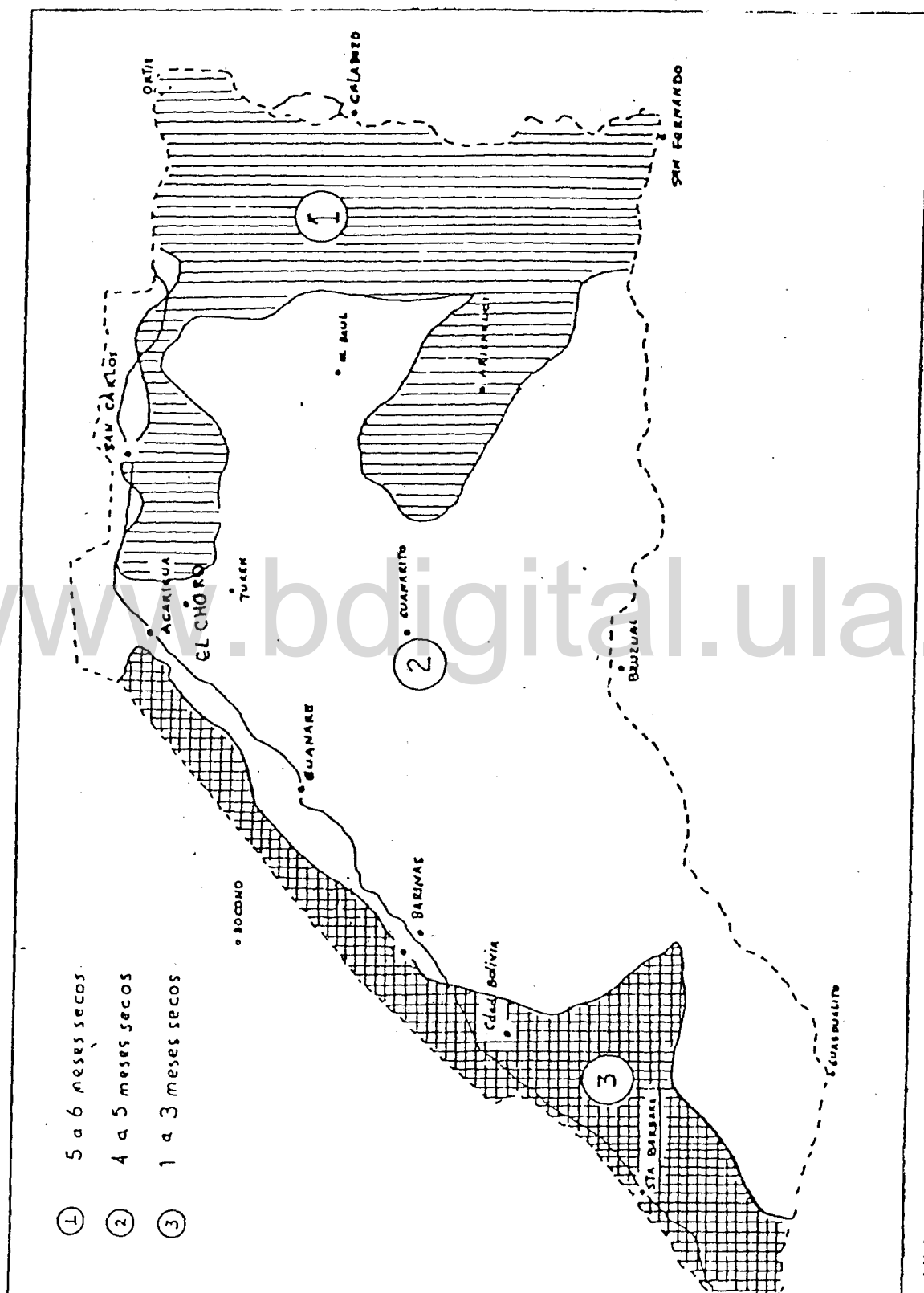
Colector

www.bdigital.ula.ve

Rendimientos en kg/ha obtenido en siembra de maíz en terreno plano, sin bancal, en el Estado Portuguesa para la serie 1970-1993.

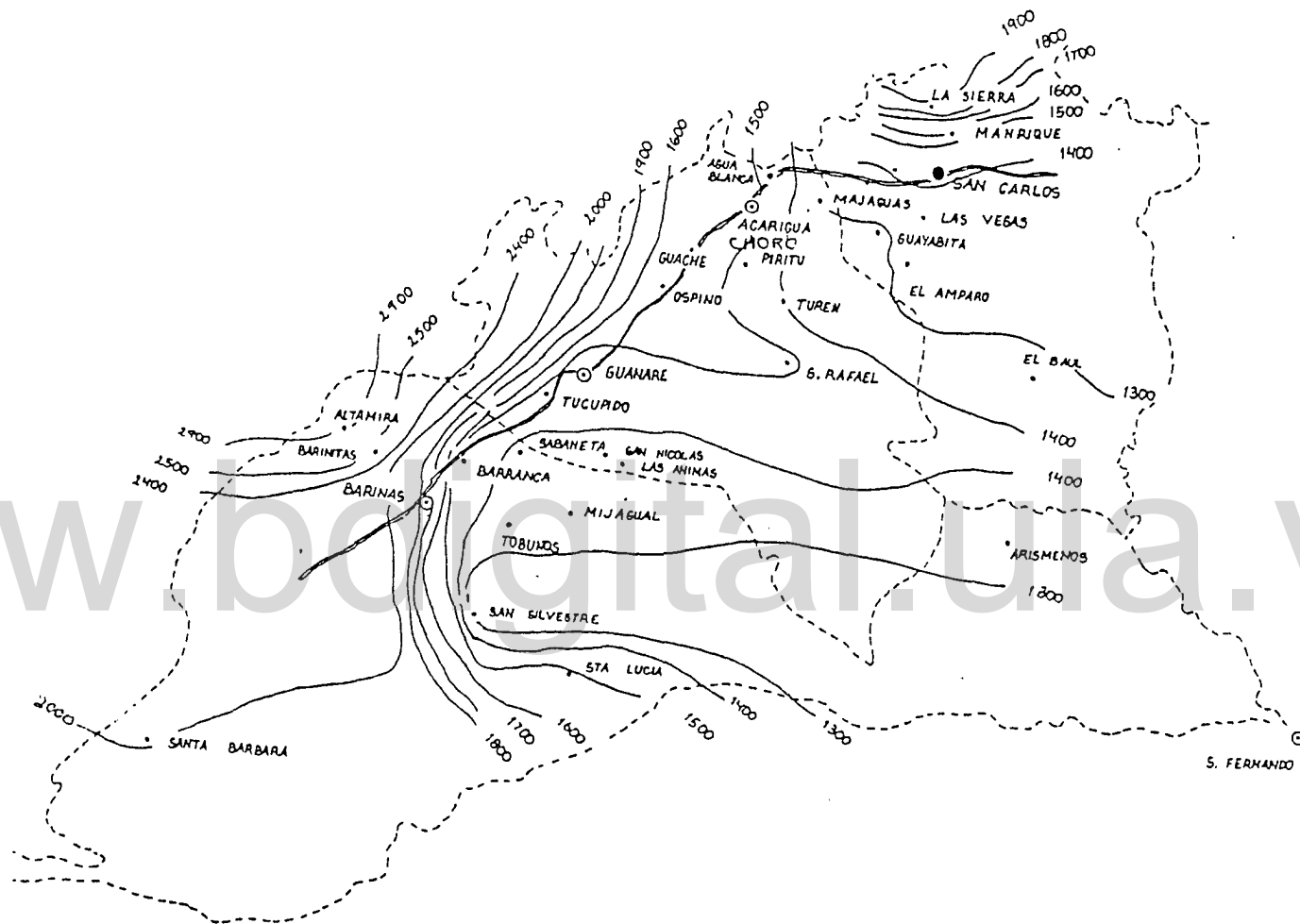
Año	Superficie ha cosechadas	Producción TM	Rendimiento kg/ha
1970	99.554	150.171	1.508
1971	112.481	167.566	1.490
1972	66.385	66.546	1.002
1973	83.923	82.130	979
1974	76.974	103.312	1.342
1975	60.788	93.192	1.533
1976	36.763	44.990	1.224
1977	95.883	172.841	1.803
1978	83.483	111.736	1.338
1979	69.612	138.157	1.985
1980	64.270	121.976	1.898
1981	19.203	30.270	1.576
1982	29.206	51.230	1.754
1983	11.670	17.482	1.498
1984	44.536	76.404	1.716
1985	97.949	226.427	2.213
1986	103.955	239.097	2.300
1987	123.820	294.858	2.385
1988	138.421	380.336	2.748
1989	130.948	344.000	2.627
1990	104.000	302.000	2.904
1991	108.000	312.647	2.895
1992	92.559	230.326	2.488
1993	104.300	302.409	2.899

Fuente: MAC. Acarigua, Estado Portuguesa



Ubicación del área de estudio.
Fuente: MARNR, 1979a

Sectores agroclimáticos



Distribución de las lluvias en los Llanos Occidentales.
Fuente: MARNR, 1979a

www.bdigital.ula.ve

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