

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

RESPUESTAS EN RENDIMIENTO DEL SISTEMA MAIZ-SORGO A VARIACIONES
DE LA LLUVIA EN CENTRO AMERICA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

por

NICOLAS ERNESTO GUILLEN ASTACIO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Cultivos Anuales
Turrialba, Costa Rica

1984

DEDICATORIA

A los que me quieren y a
los que quiero de verdad

A todos los que a través de mi vida
he amado, me han amado y me amarán

No te apresures, ni con los labios ni con el pensamiento a hacer promesas. Habla lo menos que puedas para no decir tonterías y, cuando hagas una promesa no tardes en cumplirla, porque a Dios no le agradan los necios. Cumple lo que prometes, pues vale más no prometer que prometer y no cumplir.

Eclesiástés 5, 2 al 4

Asumir que la existencia del todo se limita a lo que nuestros sentidos físicos pueden percibir es vanagloriar nuestras limitaciones.

Ysern

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a las siguientes personas:

- Al Dr. Julio Henao, por haberme dado la oportunidad de realizar el trabajo de tesis.
- A Gustavo López, por las horas que compartimos en el computador realizando los análisis estadísticos y por la amistad que me brindó.
- A Josefina Hernández, por su dedicada y cuidadosa labor en la mecanografía del documento de tesis, ya que gracias a su esfuerzo se obtuvo un documento con mejor presentación.
- A los miembros de mi comité asesor, Dr. José Fargas, Dr. Carlos Burgos, Dr. Richard Hawkins y Dr. Alvaro Cordero, por su apoyo y acertadas sugerencias.
- A Teresa Washington, Guiselle Arias de Hidalgo, Ligia Brenes, Silvia y Eduardo Vargas, Javier López, Orlando Montero, Miguel Pardo, Rolando Piskulich, Eddie Salazar; compañeros del Centro de Cómputo que me dieron su amistad.
- A Jeannette Solano, por levantar el texto de mi primer borrador de tesis.
- A Norma Arias por la revisión en la parte de documentación.
- A Leonor y Elacio González, por compartir nuestras tristezas y felicidades.
- A Doña Trinidad de Leiva y Felicia Leiva Jiménez.
- A mis compañeros de estudio por la sincera amistad que demostraron en todo momento.
- A Roberto Alegría, Raúl Rodríguez Sosa, Roberto Marroquín y Roberto Pereira, ya que gracias a sus esfuerzos personales fue posible alcanzar los objetivos de este estudio.
- A mis compañeros de CENTA que me alentaron a terminar este esfuerzo.

en especial a tí, que con tu ayuda desinteresada participaste directamente en movilizar los trámites legales por medio de los cuales se hizo posible mi viaje de estudios.

- A todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo.
- A IBM y CENTA por financiar mis estudios, asimismo al proyecto extrapolación por la ayuda en realizar mi tesis.
- Igualmente expreso mi desagrado a las personas que me husmearon durante mi estadía en CATIE y elevo una plegaria en sus nombres a Dios.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de San Salvador, El Salvador en 1949.

Realizó estudios superiores en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, graduándose con el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.


Durante cinco años ocupó cargos en la Universidad de El Salvador y El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, El Salvador.


En marzo de 1979 ingresó al programa de Producción Vegetal, del Sistema de Estudios de Posgrado, del Programa Conjunto Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR/CATIE), Turrialba, Costa Rica, donde realizó sus estudios de posgrado, obteniendo el título de *Magister Scientiae* en febrero de 1984.

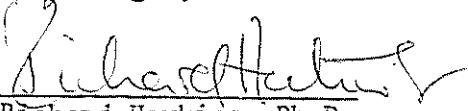
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

JURADO:



Julio Henao, Ph.D. Profesor Consejero



José Fargas, Ph.D. Miembro del Comité


Richard Hawkins, Ph.D. Miembro del Comité


Carlos Burgos, Ph.D. Miembro del Comité


Director del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales
UCR - CATIE


Decano, Sistema de Estudios de Posgrado de la
Universidad de Costa Rica


Nicolás Ernesto Guillén Astacio
Candidato

INDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Factores determinantes de rendimiento en sistemas ... de cultivo	3
2.2. Estimaciones de necesidades de agua por cultivos	3
2.2.1. Estimaciones de evapotranspiración	4
2.2.2. Uso de agua por los cultivos	5
2.3. Determinación de balance hídrico	7
2.4. Relaciones entre desarrollo de cultivos y factores .. ambientales	8
2.4.1. Períodos de crecimiento de maíz	8
2.4.2. Relaciones de rendimiento de maíz con fac- .. tores ambientales	10
2.4.3. Períodos de crecimiento de sorgo	11
2.4.4. Relaciones de rendimiento de sorgo y facto- . res ambientales	11
2.5. Sistemas de manejo en maíz y sorgo	13
2.6. Modelos agroclimáticos para rendimiento	16
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Localización y descripción del área de trabajo	20
3.1.1. Distribución de los experimentos	30
3.1.2. Tratamiento y manejo experimental	33
3.2. Recolección de información	39
3.3. Análisis de la información	41
3.3.1. Manejo de información de las lluvias	42

	<u>Página</u>
3.3.2. Cálculo del balance hídrico	42
3.4. Análisis estadístico	46
4. RESULTADOS Y DISCUSION	48
4.1. Evaluación de indicadores agroclimáticos para maíz .. y sorgo	48
4.2. Disponibilidad de agua en áreas de experimentación ..	49
4.2.1. Modelos para evaluación de producción de maíz	52
A. Efectos de factores de sitio	59
B. Efectos del factor lluvia	76
4.2.2. Modelos de sorgo	78
4.2.3. Relaciones entre balance hídrico y el desa- rrollo de maíz y sorgo	99
5. CONCLUSIONES	113
6. LITERATURA CITADA	115

RESUMEN

Se realizó un estudio con los datos generados en 52 experimentos durante 1982, en áreas de Centro América en donde se practica el sistema maíz-sorgo. Estas áreas son afectadas por períodos cortos de sequía, por la cual varía la producción de maíz en el sistema y modifica las prácticas de manejo del sistema por el agricultor.

Los objetivos en este trabajo fueron: Evaluar los cambios en rendimiento por las variaciones de la lluvia en el sistema maíz-sorgo y elaborar un modelo para predecir el comportamiento del sistema en función de factores de suelo, agua y planta para las áreas geográficas en donde se practica el sistema.

Se desarrollaron experimentos en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. En estas áreas se evaluaron los siguientes tratamientos: Maíz H9 (H9) + Sorgo criollo de leche (SCL) en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Maíz H5 (H5) + sorgos criollos, Maíz H11 (H11) + SCL en El Salvador. Estos tratamientos estuvieron sujetos a las variaciones de las lluvias que ocurrieron en cada área.

Se midió la lluvia diaria, los rendimientos de maíz y sorgo; también algunas características de sitio, tales como altura, temperatura, humedad relativa, contenido de nutrimentos del suelo, textura y pendiente.

Se calculó el agua disponible en el suelo para las plantas en períodos de 10 días (décadas), a partir de datos de lluvia, suelo y tiempo atmosférico. La disponibilidad de agua se hizo coincidir con los estados de crecimiento de maíz y sorgo, en cada lugar de experimentación.

Se evaluaron modelos lineales de rendimientos del sistema maíz-sorgo en función de la disponibilidad de agua, considerando los híbridos y variedades de maíz asociada a todas las variedades de sorgo y viceversa y se incluyeron las características P, K, Ca, Mg, pH, pendiente y textura. Se evaluaron modelos para H5 + sorgos criollos H9 + SCL, H3B + VR1, H11 + SCL, sorgo criollo de leche asociado a maíz H9. Se calcularon las probabilidades de encontrar rendimientos menores a los promedios de híbridos y variedades de maíz evaluados, correspondientes a cantidades de lluvias menores

que 20 mm. Se optimizaron las cantidades de agua disponible en el suelo para los estados de crecimiento de maíz y sorgo.

Los resultados indicaron que los rendimientos de maíz fueron sensibles a los efectos de los híbridos, el agua disponible para las plantas en períodos de floración y a factores de sitio.

En el híbrido de maíz H5 el agua disponible en el suelo influyó negativamente en los estados 2 y 3 del desarrollo, mientras que en la floración contribuyó muy poco pero en forma positiva. En H9 y H11 la disponibilidad de agua tuvo efectos negativos muy grandes durante la floración y formación de cosechas, H5 y H11 expresaron su aptitud para adaptarse a cualquier área, en cambio H9 es sensible a las variaciones del suelo en las áreas.

SUMMARY

A study was made using data from 52 experiments in maize-sorghum intercroppings planted in Central America in areas with a strong dry season and erratic precipitation. The objectives of the study were: 1) to evaluate yield response in different maize and sorghum intercroppings as a function of changes in precipitation, 2) to construct a model to predict yield responses and system management changes as a function of soil, plant and weather factors.

The field plots were located mainly in Inceptisols (US Soil Taxonomic), with slopes ranging from 0 to 40% and dry areas (< 1200 mm/year) mostly dedicated to maize and sorghum intercropping. The treatments included: maize H9 + sorghum (criollo leche or local variety), maize H9 + sorghum (criollo sapo, local variety), maize H11 + sorghum (criollo leche), maize M3B + Vigna (Vigna unguiculata). At each site daily precipitation, mean temperature and mean solar radiation, soil fertility levels at seeding time, soil (profile) texture and moisture content at different depths in the soil profile were recorded. Some plant variables were measured in every phenological stage in both the maize and sorghum.

A linear model was developed which related yield of maize and sorghum with moisture availability in the soil. Maize yield was drastically reduced when precipitation and soil water availability were low less than 5 mm/day in the top layer at the flowering stage. For sorghum it was found that the plant was highly susceptible to water stress at the seeding stage. The results showed that the maize and sorghum intercropping system is highly dependent on the condition of available soil moisture which are at the same time, functions of crop management. Some soil factors like texture and soil fertility level influenced plant responses especially when water stress was present in maize at the flowering stage.

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Los 10 estados de desarrollo del maíz y sus principales características	9
2	Descripción de 10 estados del desarrollo de sorgo y sus principales características	12
3	Localización de experimentos y clasificación de los suelos en áreas de Guatemala	22
4	Localización de experimentos y clasificación de los suelos en áreas de Honduras	23
5	Localización de experimentos y clasificación de los suelos en áreas de El Salvador	24
6	Localización de experimentos y clasificación de los suelos en áreas de Nicaragua	25
7	Características climáticas y zonas de vida de los lugares en que se realizaron los experimentos de Guatemala	26
8	Características climáticas y zonas de vida de los lugares en que se realizaron los experimentos de Honduras	27
9	Características climáticas y zonas de vida de los lugares en que se realizaron los experimentos de El Salvador	28
10	Características climáticas y zonas de vida de los lugares en que se realizaron los experimentos de Nicaragua	29
11	Contenido de nutrimentos y características fisicoquímicas del suelo en los lugares de los experimentos de Guatemala	31
12	Contenido de nutrimentos y características fisicoquímicas del suelo en los lugares de los experimentos de Honduras	32
13	Contenido de nutrimentos y características fisicoquímicas del suelo en los lugares de los experimentos de El Salvador	34

14	Suelos en los que se realizaron los experimentos en El Salvador	35
15	Textura y capacidad de retención de agua en los suelos de los experimentos en Nicaragua	36
16	Tratamientos y materiales genéticos usados en los ... experimentos de Guatemala	37
17	Tratamientos y materiales genéticos usados en los ... experimentos de Honduras	37
18	Tratamientos y materiales genéticos usados en los ... experimentos de El Salvador	38
19	Tratamientos y materiales genéticos usados en los ... experimentos de Nicaragua	38
20	Parámetros y niveles de significancia en dos modelos de rendimientos de maíz al 14% de humedad contra balance hídrico y área en El Salvador	54
21	Parámetros y niveles de significancia en el modelo .. de rendimiento al 14% de humedad de todas las variedades de maíz en El Salvador	55
22	Parámetros y niveles de significancia en el modelo .. de rendimiento al 14% de humedad de maíz en Honduras, asociado con variedades de sorgo	56
23	Parámetros y niveles de significancia del modelo de .. rendimiento de maíz al 14% de humedad y las variables del suelo en Honduras	57
24	Parámetros y niveles de significancia del modelo de .. rendimiento de maíz al 14% de humedad y las variables del balance hídrico en Honduras	58
25	Parámetros y niveles de significancia del modelo de .. rendimiento de maíz al 14% de humedad y las variables del suelo en Honduras	58
26	Parámetros y niveles de significancia del modelo de .. rendimiento de maíz H11 + sorgo criollo de leche al 14% de humedad contra las variables del balance hídrico y los componentes del área	60
27	Parámetros y niveles de significancia del modelo de .. rendimientos de maíz H11 + sorgo criollo de leche al 14% de humedad y las variables del balance hídrico y del área en El Salvador	61

28	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de maíz H11 + sorgo criollo de leche al . 14% de humedad y las variables del balance hídrico . y del área en El Salvador	61
29	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de maíz H11 + sorgo criollo de leche al . 14% de humedad y las variables del balance hídrico . y del área en El Salvador	63
30	Comparación de la significancia de los modelos con .. distintos arreglos de las décadas y los componentes . del área para maíz H11 + sorgo criollo de leche en . El Salvador	64
31	Comparación de la significancia de los modelos con .. distintos arreglos de las décadas y los componentes . del área para maíz H9 + sorgo criollo de leche en ... El Salvador	65
32	Comparación de la significancia de los modelos con .. distintos arreglos de las décadas y los componentes . del área para maíz H5 + sorgos criollos en	66
33	Modelos con mejor significancia estadística seleccio- nada, de acuerdo al arreglo de las décadas del balan- ce hídrico y área con maíces H9, H11 + sorgo criollo de leche y H5 + sorgos criollos en El Salvador	67
34	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimientos de maíz H9 + sorgo criollo de leche y .. variables de balance hídrico decádico y área en	68
35	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimientos de maíz M3B + vinya a 14% de humedad y . las variables de balances hídricos y área en Guatema- la, Honduras y Nicaragua	71
36	Clasificación de las áreas geográficas de acuerdo al promedio del balance hídrico	72
37	Comparadores de homogeneidad de las áreas que repre- sentan los países	72
38	Comparadores de homogeneidad	73
39	Cantidades máximas o mínimas de agua en el suelo, tex- tura y pendiente y los correspondientes rendimientos . de maíz H9 en Centro América sin incluir El Salvador..	75

40	Cantidades máximas o mínimas de agua en el suelo, ... textura y pendiente y los correspondientes rendimien- tos de maíz H9 en Centro América incluyendo El Salvador	75
41	Cantidades máximas o mínimas de agua en el suelo, ... textura y pendiente y los correspondientes rendimien- tos de maíz M3B	76
42	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimientos de sorgo asociado con maíz al 14% de ... humedad y variables del balance hídrico en El Salva- dor	79
43	Parámetros y niveles de significancia en el modelo .. de rendimientos de sorgo asociado con maíz a 14% de . humedad y variables del balance hídrico y área en ... El Salvador	80
44	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo asociado con maíz al 14% de hu- medad y cantidades de lluvias decedarias	82
45	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 ... y variables del balance hídrico	83
46	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 y . variables de balance hídrico	86
47	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 a . 14% de humedad y variables del balance hídrico	87
48	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 y . variables de balance hídrico	88
49	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 y . variables del balance hídrico en El Salvador	89
50	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 y . variables del balance hídrico en El Salvador	89
51	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 y . variables de balance hídrico y área en El Salvador ..	90

52	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 y variables del balance hídrico y área en El Salvador..	91
53	Comparación de la significancia de los modelos con .. distintos arreglos de las décadas y los componentes del área para sorgo criollo de leche y maíz H9 en ... El Salvador	93
54	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H11 y variables del balance hídrico en El Salvador	95
55	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H11 y variables del balance hídrico en El Salvador	96
56	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H11 y variables del balance hídrico en El Salvador	97
57	Comparación de la significancia de los modelos de rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H11 y diferentes arreglos de las décadas del balance hídrico y componentes del área en El Salvador	98
58	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de sorgo criollo y variables del balance hídrico y área con maíz H5 en El Salvador	100
59	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimientos de sorgos criollos con maíz H5 en El Salvador y variables del balance hídrico y área ..	101
60	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de sorgos criollos con maíz H5 y variables del balance hídrico	102
61	Rendimientos promedios (kg/ha) de sorgo criollo asociado con maíces en El Salvador	103
62	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de sorgo asociado con maíz en El Salvador	104
63	Cantidades máximas o mínimas de lluvia por décadas .. susceptibles a hostigamientos hídricos en la producción del sorgo	105

APENDICE

Cuadro N°		<u>Página</u>
A1	Relación entre los estados del desarrollo, las fases de campo y el índice de consumo de agua kc del maíz .	123
A2	Relación entre los estados del desarrollo, las fases de campo y el índice de consumo de agua kc del sorgo	124
A3	Información básica para el cálculo de balances hí-... dricos decádicos en los experimentos de El Salvador.. para sorgo y maíz	127
A4	Fechas de siembra de los experimentos de El Salvador en 1982	128
A5	Cantidades de agua retenida en el suelo (mm), según . el balance hídrico decádico para sorgos fotoperiódicos en El Salvador	129
A6	Cantidades de agua (mm) retenida en el suelo de acuerdo a balance hídrico decádico, para maíces de... 90 días a madurez fisiológica en El Salvador	130
A7	Información básica para el cálculo del balance hídrico para maíz en las localidades de Guatemala en 1982.	132
A8	Información básica para el cálculo del balance hídrico para maíz en las localidades de Honduras en 1982..	132
A9	Información básica para el cálculo del balance hídrico para maíz en Nicaragua en 1982	133
A10	Cantidades de agua (mm) retenida en el suelo, de acuerdo a balance hídrico decádico para maíces de ... 90 días a madurez fisiológica en Nicaragua	134
A11	Cantidades de agua (mm) retenidas en el suelo de acuerdo a balances hídricos decádicos para maíces ... de 90 días a madurez fisiológica en Guatemala	135
A12	Cantidades de agua (mm) retenidas en el suelo de acuerdo a balances hídricos decádicos para maíces ... de 90 días a madurez fisiológica en Honduras	136
A13	Valores energéticos asignados a las labores de manejo o energía cultural en sistemas de cultivos	137

A14	Rendimientos promedios (kg/ha) de maíz, sorgo y vigna en El Salvador en 1982	138
A15	Rendimientos promedios en kg/ha de los tratamientos en los experimentos realizados en Guatemala	139
A16	Rendimientos de maíz, sorgo y vigna en sitios de Honduras en 1982	140
A17	Rendimientos promedios (kg/ha) de los tratamientos en los experimentos realizados en Nicaragua	141
A18	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad con variables del balance hídrico y .. área	142
A19	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y del área	143
A20	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y área en El Salvador	144
A21	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y área en El Salvador	144
A22	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y área en El Salvador	145
A23	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H11 + sorgo criollo de leche a .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y área en El Salvador	145
A24	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y áreas en El Salvador	146
A25	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimiento de maíz H9 + sorgo criollo de leche al .. 14% de humedad y las variables del balance hídrico .. y área en El Salvador	146

A26	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de maíz H5 + sorgo criollo al 14% de humedad y variables del balance hídrico y áreas en .. El Salvador	147
A27	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de maíz H5 + sorgos criollos al 14% de .. humedad y variables del balance hídrico y áreas en .. El Salvador	148
A28	Parámetros y niveles de significancia de rendimientos de maíz H5 + sorgos criollos al 14% de humedad y va- riables del balance hídrico y área en El Salvador ...	148
A29	Parámetros y niveles de significancia de rendimientos de maíz H5 + sorgos criollos al 14% de humedad y variables del balance hídrico y área en El Salvador .	149
A30	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimientos de maíz H5 + sorgos criollos al 14% de . humedad con variables del balance hídrico y área en . El Salvador	149
A31	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua y Honduras	150
A32	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua y Honduras	150
A33	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua y Honduras	151
A34	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua y Honduras	151
A35	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua y Honduras	152
A36	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala ... Nicaragua y Honduras	152
A37	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua y Honduras	153

Cuadro N°Página

A38	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua y Honduras	153
A39	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua y Honduras	154
A40	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	154
A41	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz M3B en Guatemala, . Nicaragua y Honduras	155
A42	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	155
A43	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	156
A44	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	156
A45	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	157
A46	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Honduras y Nicaragua	157
A47	Parámetros y niveles de significancia en el modelo .. cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	158
A48	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	158
A49	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz M3B en Guatemala, Nicaragua y Honduras	159
A50	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimiento de maíz H9 en Guatemala, .. Nicaragua, Honduras y El Salvador	159

A51	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	160
A52	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	160
A53	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	161
A54	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	161
A55	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	162
A56	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	162
A57	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	163
A58	Parámetros y niveles de significancia del modelo cuadrático de rendimientos de maíz H9 en Guatemala, . Nicaragua, Honduras y El Salvador	163
A59	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimientos de sorgo con maíz H11 y variables ... del balance hídrico en El Salvador	164
A60	Parámetros y niveles de significancia del modelo de rendimientos de sorgo con maíz H11 y variables del balance hídrico en El Salvador	164
A61	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimientos de sorgo criollo de leche con maíz H9 .. y variables del balance hídrico en El Salvador	165
A62	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H9 ... y variables del balance hídrico en El Salvador	165
A63	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H11 y variables de balance hídrico en El Salvador	166

A64	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimientos de sorgo criollo de leche con maíz H11 y variables de balance hídrico	166
A65	Parámetros y niveles de significancia del modelo de . rendimiento de sorgo criollo de leche con maíz H11 .. y variables de balance hídrico en El Salvador	167
A66	Cantidades de insumos aplicados a los tratamientos en Guatemala, El Salvador y Nicaragua	168
A67	Uso de energía en labores agrícolas y energía prove- niente de los insumos en los experimentos de Honduras en 1982	169

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
1	Distribución del sistema maíz-sorgo en países de Centro América y localización de áreas experimenta- les	21
2	Arreglo cronológico y espacial de los sistemas maíz- sorgo, maíz-vigna	40
3	Capacidad de retención de agua por el suelo expresa- da en mm/cm en base a los componentes de la textura .	45
4	Balances hídricos promedios para maíz en El Salva- .. dor	50
5	Probabilidad de encontrar valores menores que los ... rendimientos promedios de maíz con las cantidades ... mayores y menores de lluvia en cada década	77
6	Balances hídricos decenarios para sorgo en las áreas de El Salvador	84
7	Balances hídricos decenarios para sorgo en el área .. 4 para todo El Salvador	85
8	Curvas de biomasa total del sistema maíz-sorgo y balances hídricos decádicos en El Salvador	106
9	Curva de biomasa total del maíz y balance hídrico ... decádico en El Salvador	107
10	Curva de biomasa total del sorgo (7) y balances hí- . dricos decádicos de sorgo fotoperiódico en El Sal- .. vador	108
11	Ecofisiograma de maíz y algunos tipos agroclimáticos de lugares en donde se ha cultivado mundialmente	110
12	Ecofisiograma de sorgo y algunos tipos agroclimáticos de lugares en donde se ha cultivado mundialmente	111

APENDICE

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
A1	Balances hídricos para maíz en las áreas de El Salvador	125
A2	Balances hídricos para maíz en las áreas de El Salvador	126
A3	Balances hídricos promedios para maíz en Nicaragua, .. Guatemala y Honduras	131