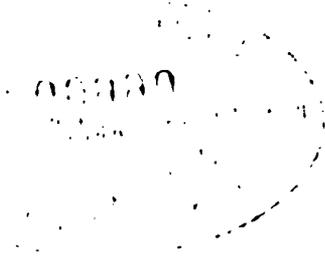


CATIE  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Departamento Producción Vegetal



LA AGRICULTURA DE REGIONES CON SEQUIA INTERESTIVAL  
EN EL SALVADOR

✓  
José Arze B.

Turrialba, Costa Rica

1982

## La agricultura de regiones con sequía interestival en El Salvador\*

José Arze B.\*\*

### INTRODUCCION

El éxito del hombre en adaptar algunos sistemas naturales, a través del proceso agrícola, se debe a la habilidad e ingenio con que ha podido armonizar los recursos naturales a su alcance con las fuentes energéticas disponibles, mediante decisiones de manejo.

El medio ambiente, considerado como el conjunto de condiciones climáticas edáficas y bióticas a que están sometidos los cultivos, desde la germinación de la semilla hasta su maduración, no se mantiene constante a través del proceso de cultivo, por el contrario, cambia continuamente y puede considerarse integrado por una serie de ambientes momentáneos. Las plantas, por otra parte, tampoco permanecen constantes a través de su desarrollo, cambian continuamente en volumen, peso, forma y estructura, se les puede considerar pasando por una serie de fenotipos momentáneos. Cada variación de las plantas, corresponde a una forma específica de reacción frente a variaciones ambientales.

Las diferentes características ambientales de la tierra, permiten la identificación de una diversidad de ecosistemas donde el hombre participa a través de diferentes grados de manejo, creando y adaptando tecnología tendiente a mejorar la producción agrícola.

En Centro América, las características del clima tropical, presenta una serie de variaciones, reguladas principalmente por la

---

\* Trabajo presentado en el Seminario sobre Agroambiente, 22 de Febrero al 5 de Marzo de 1982. CATIE-Turrialba, Costa Rica.

\*\* Ing. Agr. M.Sc. Departamento Producción Vegetal, CATIE-Turrialba.

distribución de agua durante el año y, por la altitud con respecto al mar. La vertiente orientada hacia el océano Pacífico, es más seca que la orientada hacia el Atlántico, con características de regiones semiáridas. En esta zona, es donde los agricultores de El Salvador, especialmente los de más bajos recursos, han desarrollado una agricultura adaptada a sus condiciones.

#### 1. Características climatológicas generales de El Salvador

La característica dominante del clima, es una alternancia de estaciones húmedas y secas, producida por el desplazamiento oscilatorio Norte-Sur del ecuador térmico, debido al movimiento aparente del sol entre los trópicos de cáncer y capricornio, originando dos posiciones zenitales solares. Esta perpendicularidad de los rayos solares para El Salvador, se encuentra entre el 26 a 28 de abril y entre 16 a 17 de agosto. Los máximos de actividad lluviosa se encuentran unas semanas después del paso del sol por el Zenit.

De abril a agosto, la traslación del ecuador térmico hasta el norte, produce condiciones de inestabilidad máxima en las masas de aire que desde el este cruzan el istmo, originando intensas lluvias hasta octubre. De octubre a marzo el ecuador térmico se desplaza hacia el sur y las condiciones de inestabilidad de aire ascendente, se transforman en calmas tropicales y mayor estabilidad.

La altura sobre el nivel del mar modifica el régimen de clima tropical y causa muchas variaciones locales.

En El Salvador los promedios mensuales de la radiación solar, temperatura y humedad relativa, durante el año, son poco variables. Las oscilaciones diurnas son varias veces más grandes que las anuales.

Los principales procesos fisiológicos de la planta son afectados directamente por estos tres factores, sin embargo poco o nada se puede hacer para modificarlos.

Su estudio, se encuentra circunscrito a la forma como se distribuyen en el espacio y tiempo, para poder adaptar los cultivos de acuerdo a sus necesidades.

Las lluvias y los vientos, son factores que influyen en los procesos fisiológicos de las plantas, modificando los factores que actúan directamente sobre ellos. Así por ejemplo, los vientos influyen sobre la temperatura y la humedad del aire.

La lluvia por sí misma no influye directamente sobre el proceso fisiológico del vegetal, sino a través de la disponibilidad de agua en el suelo, de la humedad del aire, etc. El agua de lluvia sólo será utilizada por las plantas, cuando existan las condiciones necesarias que la hagan accesible a sus necesidades.

Estos dos factores se encuentran estrechamente relacionados. La lluvia está directamente influenciada por los vientos.

En forma general los vientos en El Salvador en comparación con las latitudes medias y la región del mar caribe tienen velocidades relativamente reducidas. Los huracanes no azotan esta región.

Los vientos predominantes por las mañanas, son los Alisios, alrededor del rumbo NE y por las tardes y noches el desarrollo del sistema de brisas de mar y tierra.

De todos los factores climáticos el más condicionante de la actividad agrícola es la lluvia. La presencia o ausencia de agua define la actividad biológica en los cultivos.

## 2. Caracterización de la lluvia

La manera tradicional de expresar la precipitación pluvial es mediante totales mensuales o anuales, y la medida de dichos valores. Sin embargo ésta es una forma muy general de presentar los datos, nada dice respecto a la duración e intensidad de las precipitaciones.

Las lluvias pueden ser analizadas considerando su distribución espacial y su distribución en el tiempo. Ambas formas son de gran utilidad para el conocimiento de la disponibilidad de agua.

La distribución espacial, permite identificar zonas geográficas con determinadas características de humedad en un período dado. La distribución en el tiempo, ayuda a conocer la variación de la lluvia durante el período en estudio.

Los cultivos, están adaptados a ambas distribuciones. La zonificación de cultivos, considera la distribución espacial de la lluvia y, el ciclo de cultivo, está relacionado a la distribución cronológica.

La información climática de la lluvia, para poder ser utilizada en el manejo de cultivos, requiere expresarse en períodos relativamente cortos, (10 días) en su forma espacial y cronológica.

En El Salvador durante el período de lluvias (mayo-octubre), en que se realiza la actividad agrícola de cultivos anuales, principalmente aquella conducida por agricultores de escasos recursos para la producción de alimentos, se presentan períodos de sequía de diferente duración (Fig.1).

La distribución bimodal de las lluvias durante el período de cultivo, ha hecho que los agricultores hayan adaptado su agricultura al período seco interestival conocido como canícula. Estos períodos

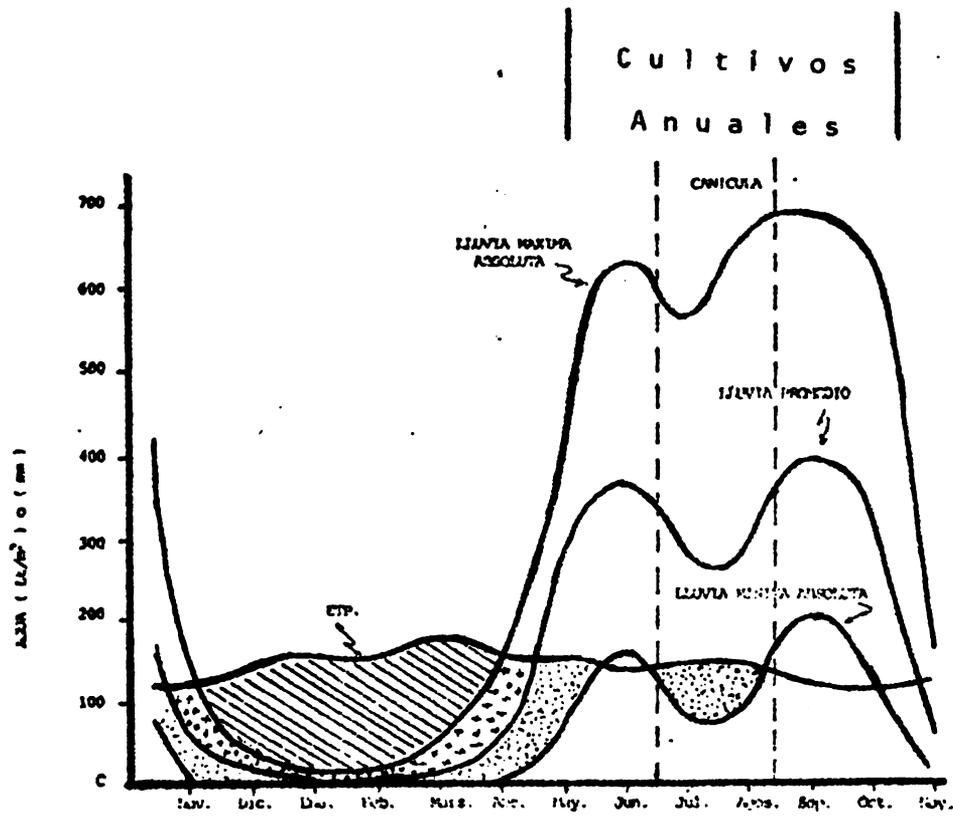
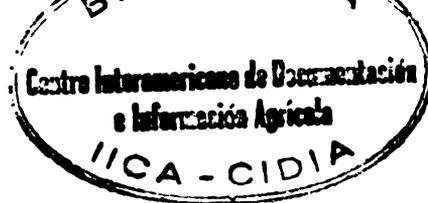


FIG. No. 1 RIESGOS RELATIVOS DE DEFICIDIA DE AGUA CALCULADO PARA EL CASO DE LA TIERRINA.



de sequía pueden llegar, ocasionalmente, hasta más de 30 días consecutivos (Fig.2), coincidentes normalmente, con los períodos de máximo crecimiento de las plantas, aspecto que causa verdaderas eatastrofes en la agricultura.

### 3. La sequía interestival

La presencia de períodos con disminución de precipitación durante la estación lluviosa, conocidas como "canículas", es en general a consecuencia de la actividad lluviosa frenada o interrumpida, muchas veces por corrientes boreales subsidentes en la atmósfera superior. Canícula no es necesariamente sinónimo de sequía, sino más bien situaciones con actividad lluviosa, sobre todo diurna, notablemente disminuida. La canícula interestival, o veranillo de San Juan, como se conoce en otros países, es una característica que se presenta en la mayoría de los años, pero su duración y severidad experimenta fluctuaciones año a año.

Para fines del trabajo, se considera período seco a un número de días con precipitaciones menores o iguales a 1.0m. Si bien este umbral es arbitrario, tiene cierta relación con la evapo-transpiración potencial.

El análisis de los períodos de sequía interestival (canícula) para fines de interpretación agromónica, requieren la agrupación de las precipitaciones en períodos de 10 días consecutivos (decadicos), considerados como adecuados para conocer su distribución espacial y su comportamiento cronológico.

Para cada década se calculan isoyetas, lo que permite conocer la distribución geográfica de cada período y su distribución en

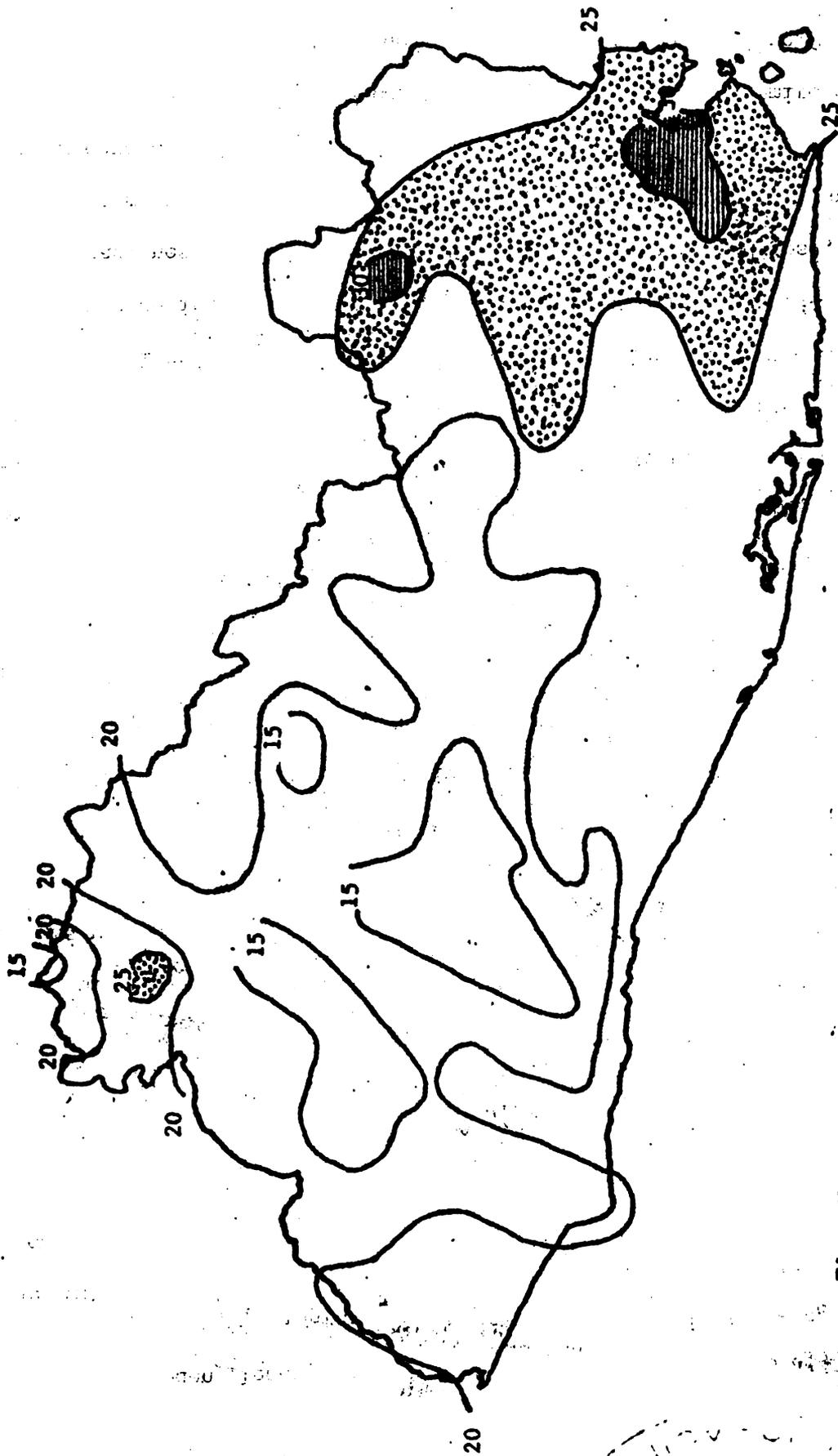


Fig.2 Numero de dias sin lluvia mas de julio de 1977

el tiempo entre períodos.

Para efectos del balance hídrico climático, se considera 50mm de evapotranspiración potencial promedio decádico (Fig.3), del mes más crítico (julio).

En la tercera década del mes de junio (21-30) se inicia la canícula por la región oriental del país (Fig.4). La primera canícula se presenta del 1 al 10 de julio (Fig.5), tendiendo a normalizarse en las siguientes décadas de julio (Fig.6,7). En la primera década de agosto se presenta la segunda canícula por la región oriental y nor-oriental (Fig.8), posteriormente tiende a normalizarse (Fig.9).

En la zona oriental media, 6 de cada 10 años reciben una cantidad de lluvia menor de 50mm, en las décadas diarias más críticas (1a, 2da de julio y 1a. de agosto), condición que no permite suplir las necesidades de evapotranspiración de cultivos en pleno desarrollo.

#### 4. Efectos de la canícula

Los períodos de sequía intermedios en la época lluviosa, afectan el desarrollo de los cultivos, por la dificultad que tiene la planta para captar el agua en el suelo. El adecuado almacenamiento del agua de lluvia en el suelo, está íntimamente ligado a características fisiográficas, geológicas y edáficas, donde se encuentra el cultivo. Por esto, para estimar la posibilidad de daño por sequía, es necesario incluir deficit hídrico climático, aquellas características fisiográficas y edáficas que influyan en la mayor o menor retención del agua aprovechable por las plantas. De esta manera el efecto de la canícula se aproximará con mayor precisión a la realidad.

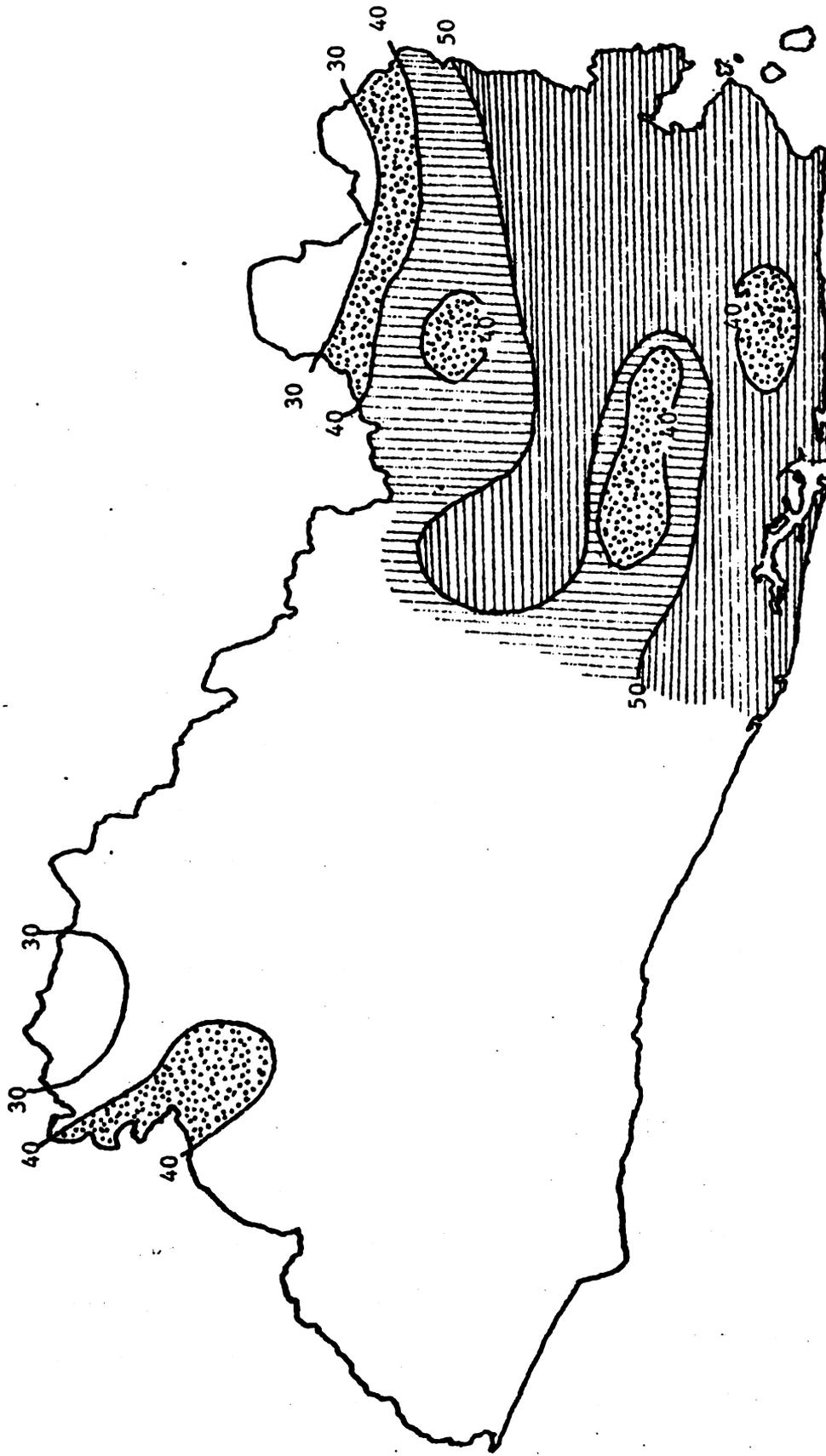


Fig. 3 Evapotranspiracion potencial promedio decadico en julio

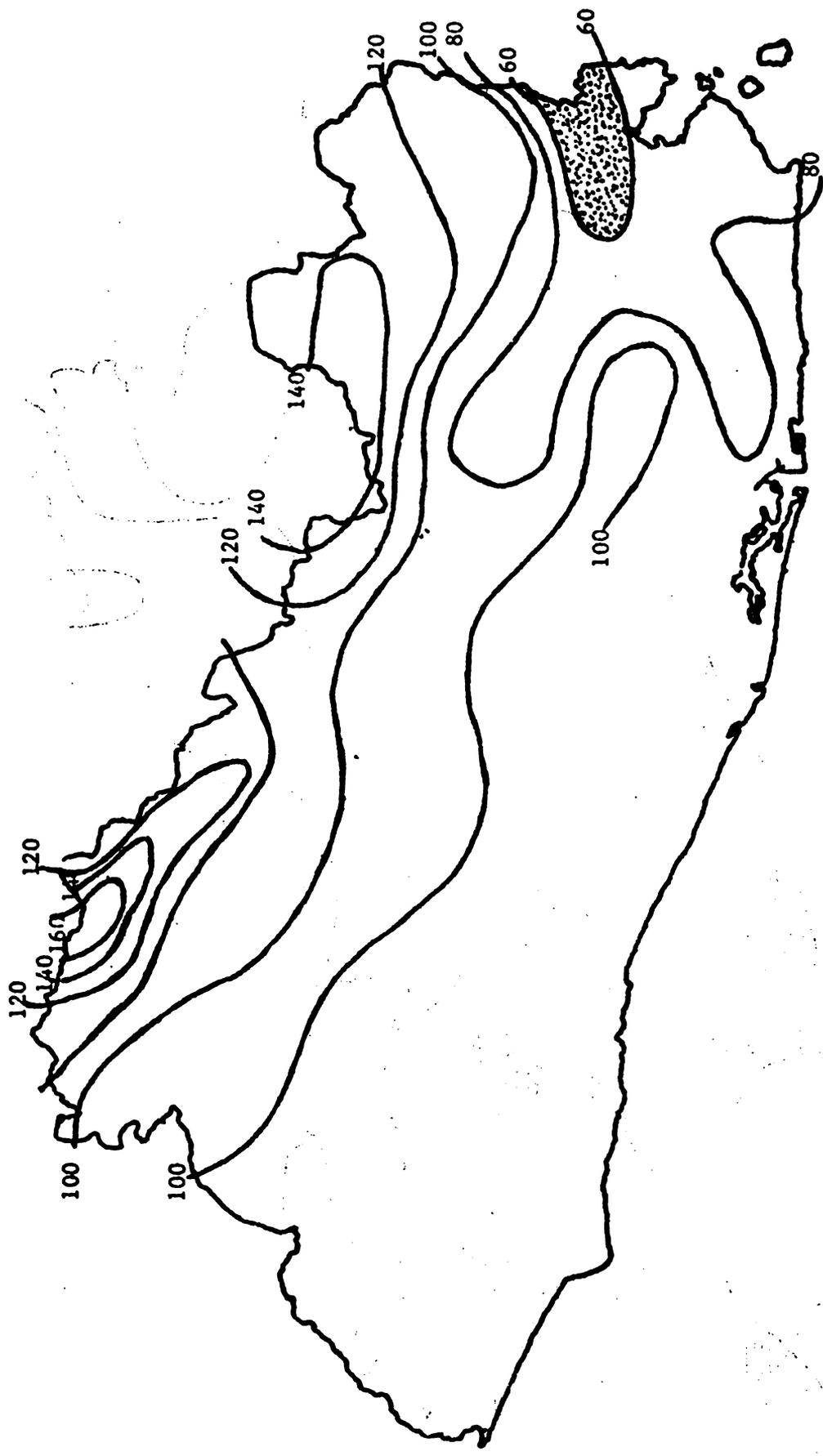


Fig. 4 Cantidades promedio de lluvia III decada de junio (del 21 al 30 de junio)

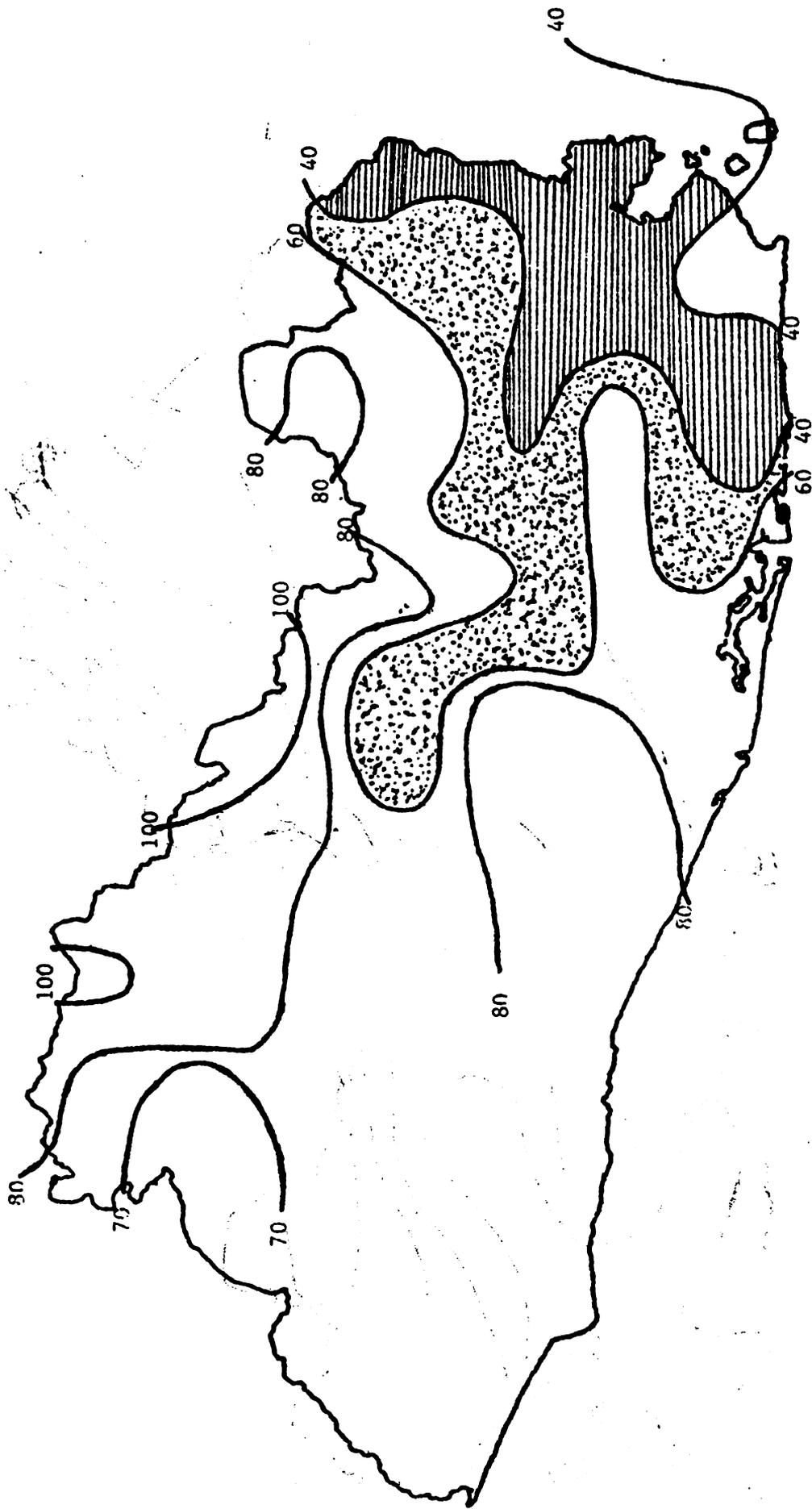


Fig. 5 Cantidades promedio de lluvia I decada de julio (del 1. al 10 de julio)



Fig. 6 Cantidades promedio de lluvia en la II decada de julio (del 2 al 20 de julio)

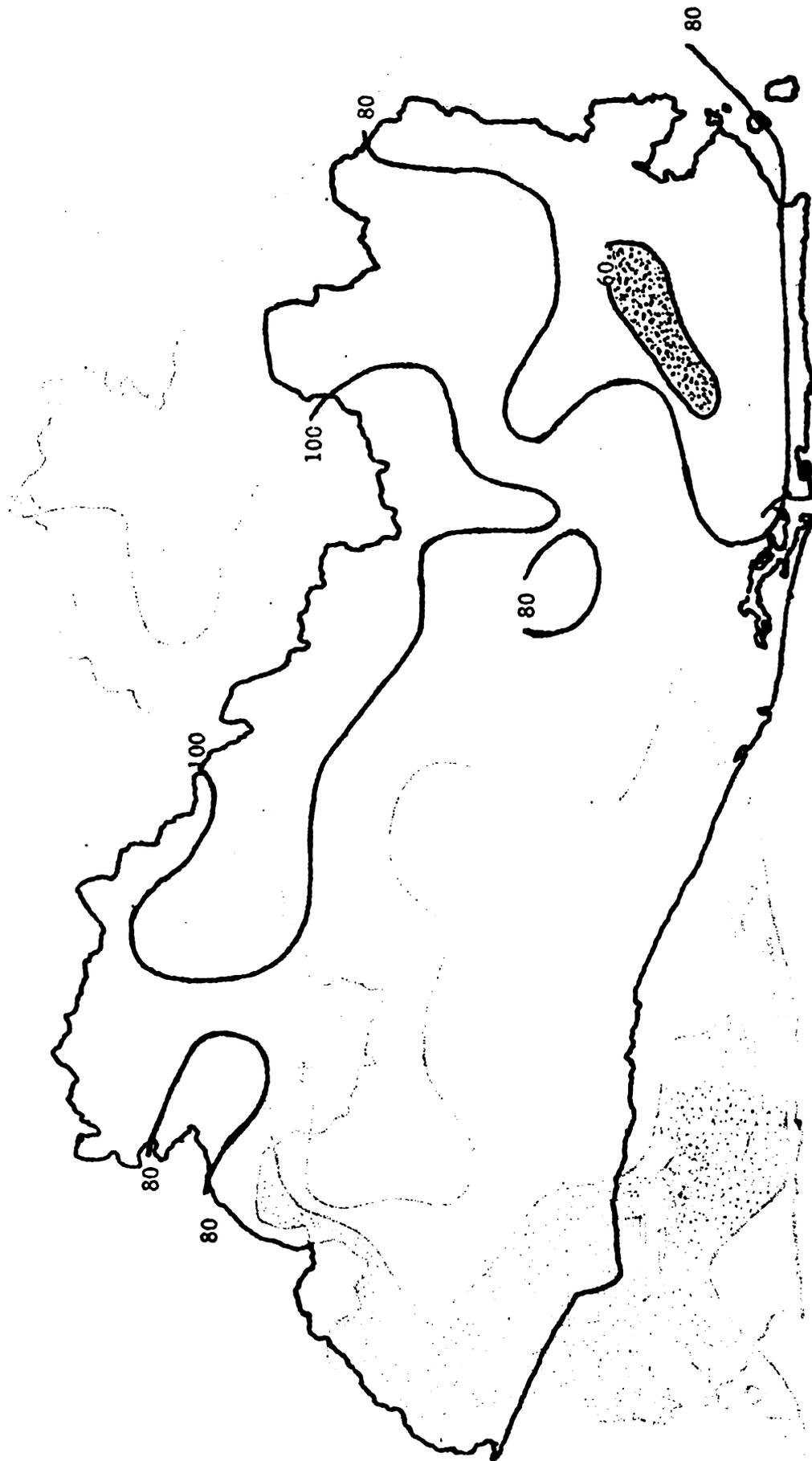


Fig. 7 Cantidades promedio de lluvia III decada de julio (del 21 al 31 de julio)

ESTADÍSTICA DE LAS Lluvias (1951 y 1952)



Fig. 8 Cantidades promedio de lluvia I decada de agosto (del 1 al 10 de agosto)

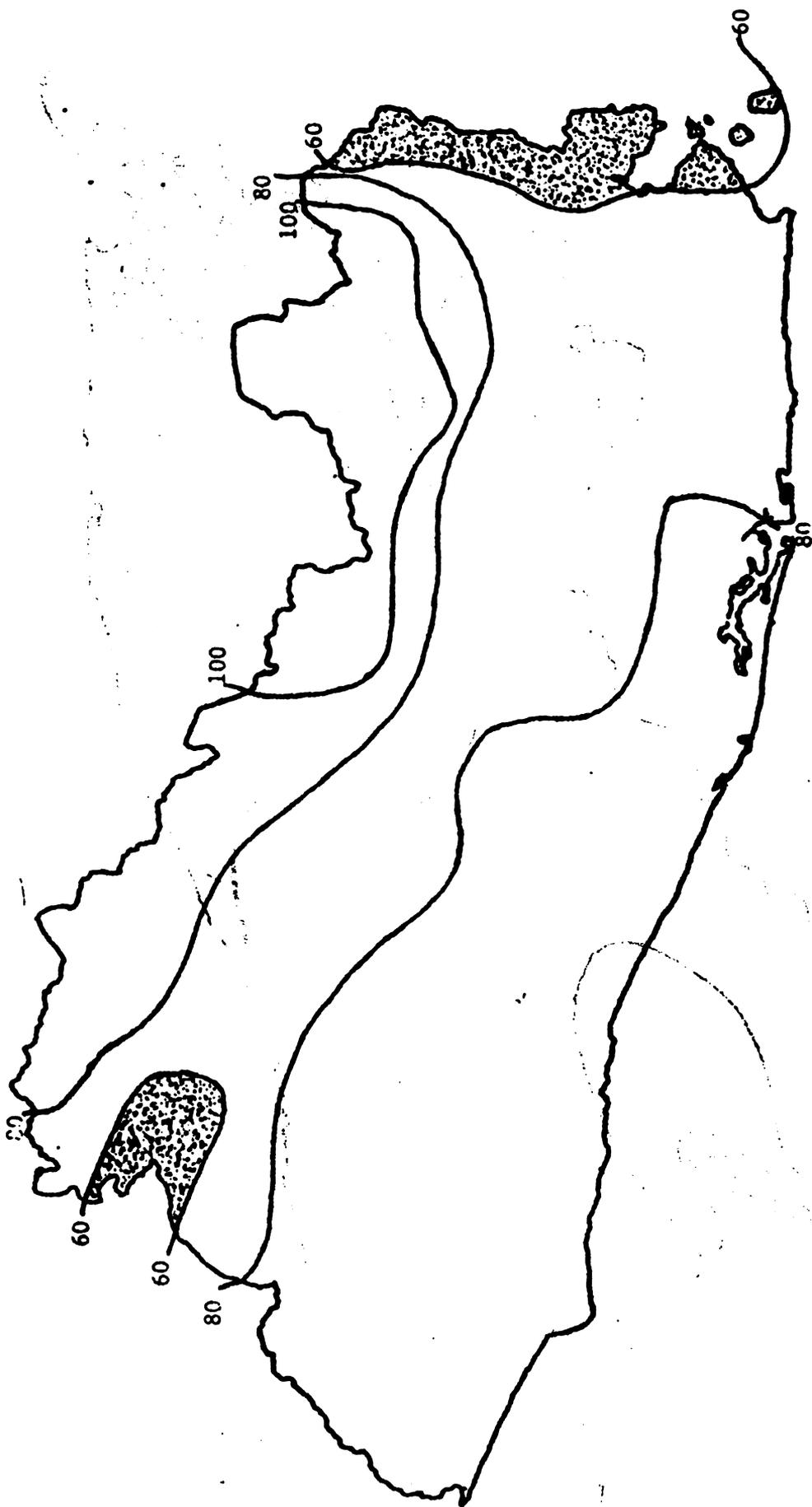


Fig. 9 Cantidades promedio de lluvia II decada de agosto (del 2 al 20 de agosto)

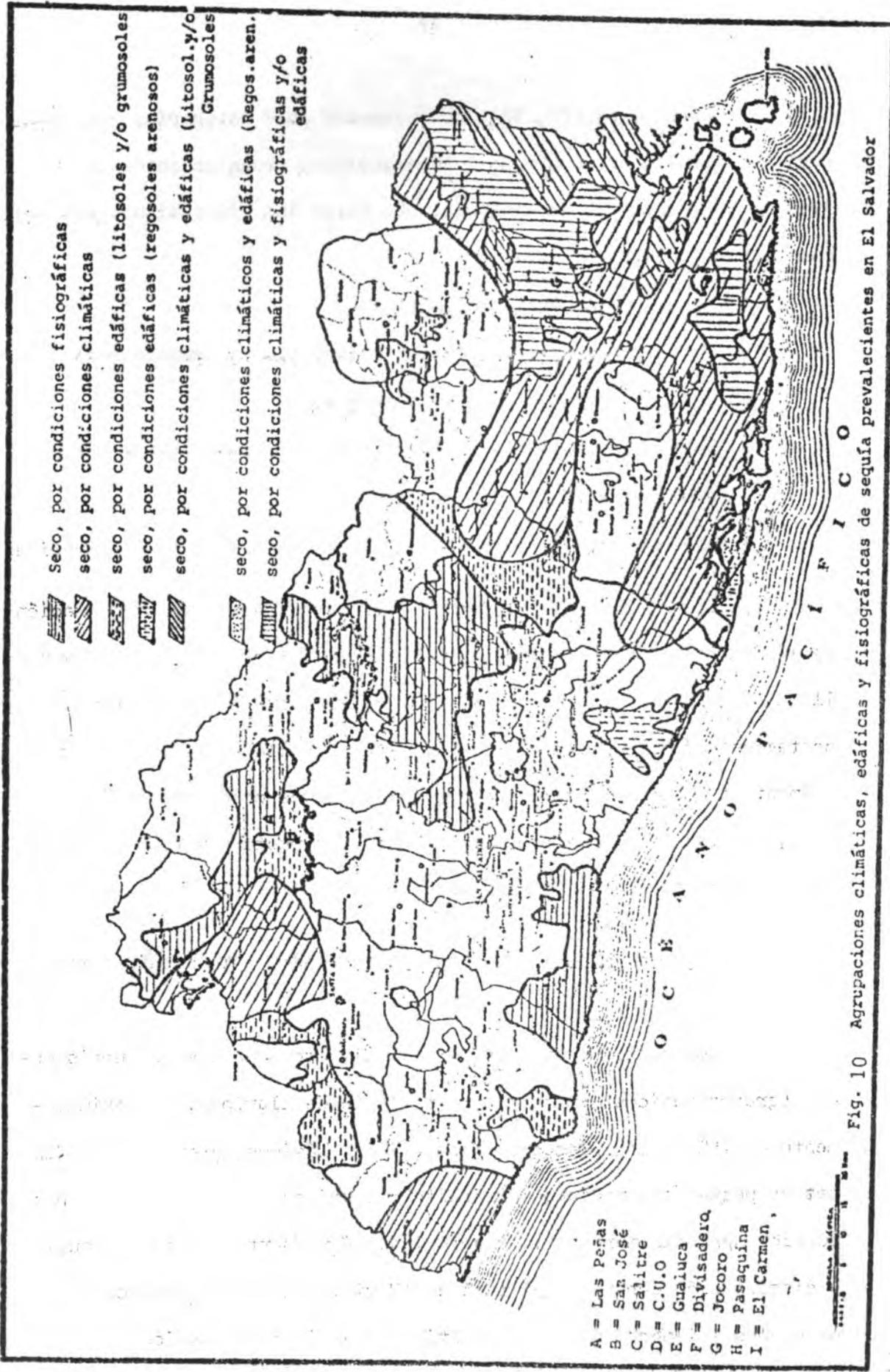
En un mapa (Fig.10), se presentan en 7 categorías las agrupaciones climáticas, edáficas y fisiográficas prevaletes en el área de influencia de la canícula. De éstas las cinco siguientes tienen gran importancia (Fig.10).

- c.1 Seco, por condición climática
- c.2 Seco, por condición edáfica (litosoles y/o grumusoles)
- c.3 Seco, por condiciones fisiográficas
- c.4 Seco, por condiciones climáticas y edáficas (litosoles y grumusoles)
- c.5 Seco por condiciones climáticas y fisiográficas y/o edáficas

La fisiografía de algunas áreas, ya sea por su conformación geológica e irregularidad del terreno tiene influencia en el desarrollo de la vegetación. Además de las lluvias, presentan diferente comportamiento con relación al desarrollo de las plantas, debido principalmente a algunas características particulares como: profundidad efectiva, pedregosidad, textura predominante, estructura y tipo de arcilla que influyen en el balance hídrico del suelo.

#### 5. Sistemas de cultivos anuales adaptados a la sequía interstival

Los cultivos anuales, principalmente aquellos de subsistencia (granos básicos), crecen durante la época lluviosa. Aproximadamente el 75% de los productos alimenticios básicos, provienen de fincas de pequeños y medianos agricultores, ubicados en regiones de producción agrícola marginal, caracterizada por fuerte erosión de suelos y distribución errática del agua de lluvia. El 70% de productores de granos, siembran más de un cultivo durante un año agrícola.



- Seco, por condiciones fisiográficas
- seco, por condiciones climáticas
- seco, por condiciones edáficas (litosoles y/o grumosoles)
- seco, por condiciones edáficas (regosoles arenosos)
- seco, por condiciones climáticas y edáficas (Litosol.y/o Grumosoles)
- seco, por condiciones climáticas y edáficas (regos.aren.)
- seco, por condiciones climáticas y fisiográficas y/o edáficas

- A = Las Peñas
- B = San José
- C = Salitre
- D = C.U.O
- E = Guaiuca
- F = Divisadero
- G = Jocoero
- H = Pasacuina
- I = El Carmen

escala 1:500,000

Fig. 10 Agrupaciones climáticas, edáficas y fisiográficas de sequía prevalectentes en El Salvador

Los agricultores de escasos recursos de El Salvador, confina dos a una agricultura marginal de subsistencia, por diferentes razones de índole socioeconómicas, se encuentran ubicados en la zona norte y nor-oriental del país, donde en su lucha con el medio, han adaptado los patrones de cultivo al factor que más limita su producción anual, en este caso canícula, sin considerar graves repercusiones en el manejo de los recursos naturales a largo plazo, sin embargo, su actitud es comprensible, ya que es una lucha por subsistir, en donde no hay márgenes para asumir riesgos de producción. Es así, que se encuentran cultivos anuales en lugares de fuertes pendientes ocasionando graves problemas de erosión.

Dentro de esta situación el agricultor ha escogido cultivos, y diseñados con ellos, sistemas policulturales que le permiten disminuir el riesgo de producción y utilizar mejor los recursos que le brinda la naturaleza en el período de lluvias. Entre los sistemas más utilizados maíz/frijol y maíz/sorgo. El 80% del área sembrada de frijol es asociado en relevo al maíz y el 93% del sorgo cultivado es en asociación con maíz.

Se pueden encontrar en menor proporción, otros sistemas como henequén-maíz-sorgo-frijol.

#### 6. Sistema de cultivo maíz/sorgo

De los dos primeros, el sistema de mayor rango de adaptabilidad a las condiciones de las zonas norte y nor-oriental del país, es el maíz con sorgo (Fig.11). Una de las razones principales para su preferencia, es la garantía de producción dada por el sorgo, frente a períodos de canícula que ocasionan la pérdida del maíz.

● 100 MAS

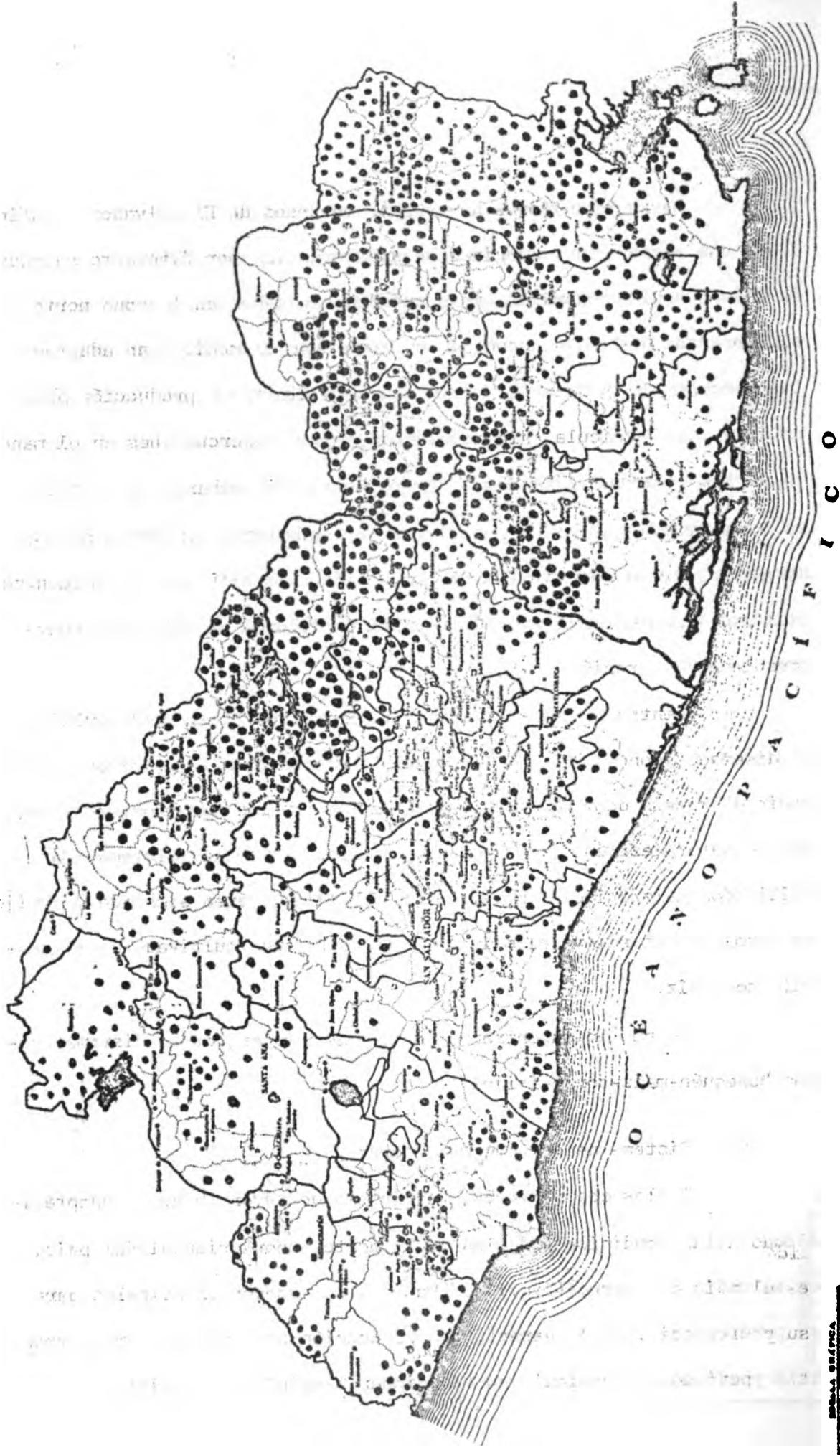


Fig.11 Distribución del sistema de cultivos maíz/sorgo, asociados o en relevo en El Salvador.

En la figura 12, se muestran las relaciones entre las curvas de crecimiento del maíz y sorgo, con la distribución de lluvias, para el caserío Las Penas del municipio de Tejutla en El Salvador.

Algunas de las características sobresalientes de este sistema son las siguientes:

Casi todos los agricultores de la zona norte y nor-oriental del país, siembran maíz con sorgo en parcelas menores de 2 has.

Las fechas de siembra varían con el arreglo cronológico que presenta el sistema maíz/sorgo, principalmente por la variación de las fechas de siembra del sorgo, con un rango que va desde mayo hasta agosto. Las siembras de maíz en Tejutla se realizan durante los tres primeras semanas de mayo, mientras en Jocoro se atrasan dos a tres semanas hasta la primera de junio.

En el sorgo se pueden identificar cuatro períodos de siembra en Tejutla (Fig.13).

- a. Primera quincena de mayo si el maíz y sorgo son sembrados simultáneamente.
- b. Entre la segunda quincena de mayo y la primera de junio, si el sorgo es sembrado a la primera fertilización o al aporco del maíz (21.6%).
- c. Durante el mes de julio cuando el sorgo se siembra a la floración del maíz (21.6%).
- d. Durante el mes de agosto si el sorgo se siembra a la dobla del maíz (45.9%).

Las variedades de maíz utilizada para el sistema, están muy relacionadas al riesgo por canícula. En la zona norte-central

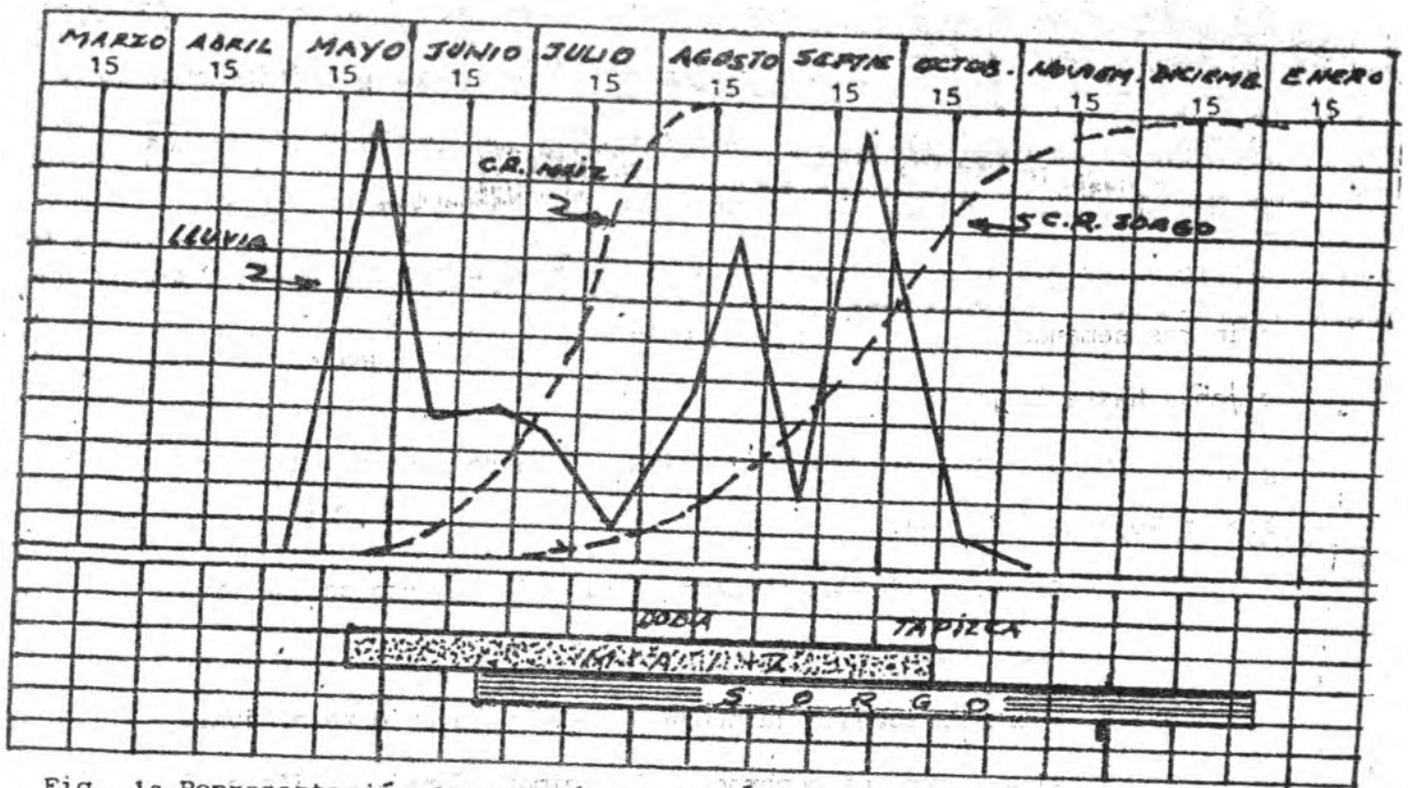


Fig. 12 Representación Agroclimática del sistema maíz/soyano.

predominan los híbridos H3 y H5 (89%), y en la zona oriental las variedades criollas exclusivamente (maicito, cincuenteflo). Los riesgos de canícula en la zona norte central son menores que en la oriental, de allí que las variedades mejoradas han tenido acogida y se han adaptado al sistema, principalmente al híbrido H3, considerado como semiprecoz con 90 días a la maduración y 56 a la floración. Otro factor favorable del maíz H3 es la estructura de la planta, que permite mayor disponibilidad de luz dentro al cultivo, en comparación a otras variedades mejoradas. Todas las variedades de maíz son dobladas en agosto.

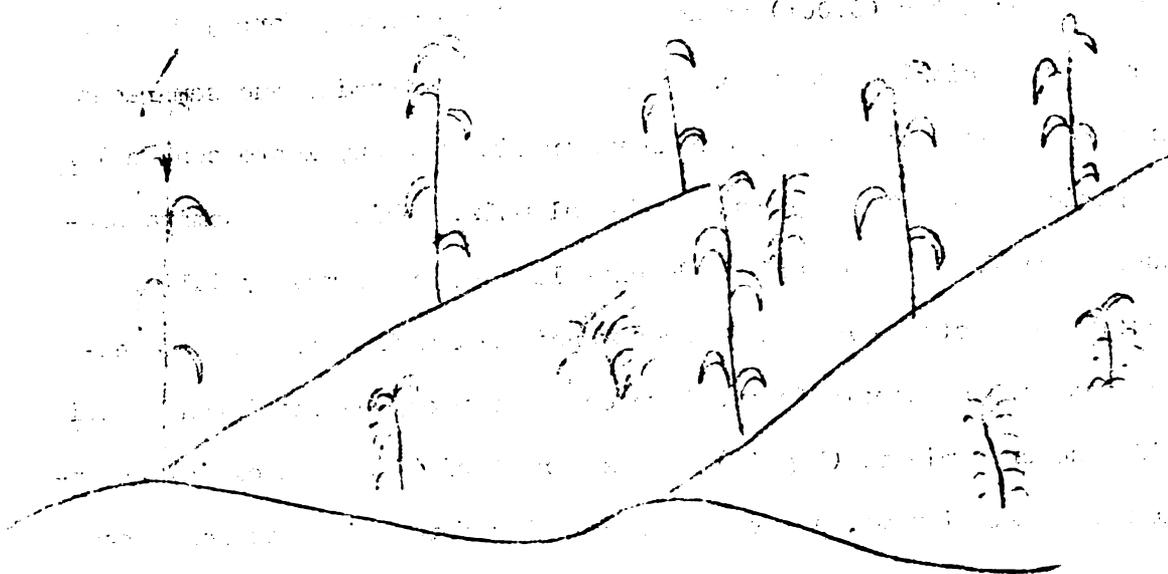
En la zona nororiental los riesgos por canícula son mayores, de allí que los agricultores no han cambiado sus variedades criollas por mejoradas. Las variedades criollas (maicito) por su precocidad (80 días a cosecha 46 a floración), tienen mayor posibilidad de escapar al período de canícula.

Las variedades de sorgo que más se han adaptado al sistema maíz/sorgo, son las criollas, principalmente "criollo leche" y "sapo", con plantas altas (3.00m) de doble propósito (grano y forraje). Las variedades criollas son fotoperiódicas; esto determina que sembradas en mayo o antes de agosto, tengan un crecimiento muy lento con un largo período vegetativo en comparación al maíz, debido a la sombra producida por éste en el período de días largos, entre mayo y julio. A partir de agosto se reduce la competencia del maíz y los días se hacen más cortos, condición que favorece al sorgo para una intensa actividad de crecimiento (Fig.14). Esta característica hace difícil reemplazar en el sistema, a los sorgos criollos fotoperiódicos por sorgos mejorados insensibles. La asociación de maíz con sorgos insensibles, sembrados antes de agosto presenta una marcada competencia entre maíz

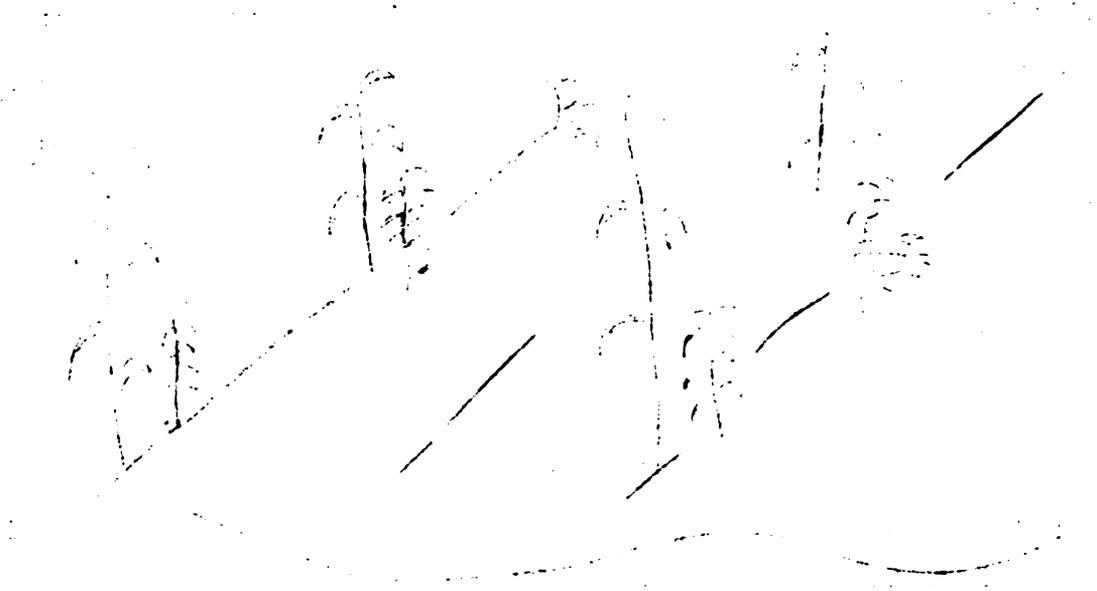
y sorgo, ya que ambos tendrían crecimientos similares. Una desventaja adicional que presenta la cosecha del sorgo en agosto, período con gran cantidad de lluvia, es que no permite el secado de grano, favoreciendo la germinación en la panoja, a diferencia del maíz que puede permanecer en el campo después de la dobla.

El sistema de maíz con sorgo insensible en relevo (sorgo sembrado en agosto), permite producciones de sorgo en grano entre los meses de octubre a noviembre, sin embargo, la dificultad principal se debe a la escases de mano de obra para realizar la cosecha. Normalmente los agricultores se encuentran trabajando en las cogidas de café.

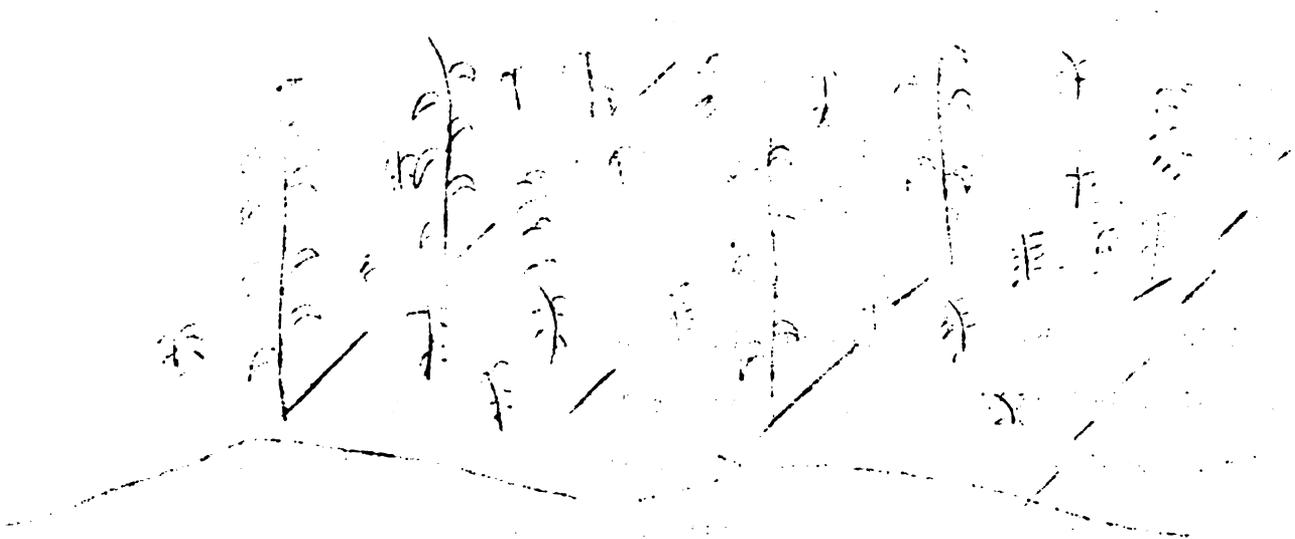
Para el sistema maíz/sorgo, el arreglo de cultivo utilizado por la mitad de los agricultores (49%) consiste en sembrar maíz en hileras simples sobre el camellón del surco, colocando el sorgo en hileras simples paralelas al maíz en el dondo del surco.



Más de la cuarta parte de agricultores (26%) siembran maíz en hileras simples sobre el camellón del surco, con hileras simples de sorgo al pie de la planta de maíz en el camellón.



Se ha encontrado que cerca a la cuarta parte de agricultores (24%), siembran maíz en hileras simples con sorgo al voleo.



La cantidad de semilla de maíz por hectárea utilizada por la mayoría de agricultores en el sistema asociado es de 16 a 10 kilos (75%).

Casi los dos tercios de ellos (59%), emplean entre 6 a 10 kilos/ha de semilla de sorgo asociado con maíz, gran parte de la frecuencia se concentra entre 6 a 8 kilos/ha (40%). Sin embargo, el rango de utilización de semilla de sorgo en asocio es muy amplio, varía entre 6 a 20 kilos/ha.

Los distanciamientos entre surcos de uso más frecuente para el asocio maíz con sorgo, varían alrededor de 80cm, (79% en maíz y 61% en sorgo).

Los distanciamientos entre posturas se encuentran alrededor de 40cm, (75% maíz, 66% sorgo), en todos los casos la mayor frecuencia se concentra entre 30 a 40cm (51% maíz, 43% sorgo).

En la fertilización del cultivo asociado maíz/sorgo en Tejutla, se utiliza la fórmula 20-20-0 y el sulfato de amonio, en diversas épocas y cantidades. En la zona oriental, el uso de fertilizantes está restringido. El maíz es fertilizado una vez con fórmula 20-20-0, lo mismo que con sulfato de amonio, son muy pocos los que fertilizan 2 veces con fórmula. La mayoría no fertiliza el sorgo con fórmula ni con sulfato de amonio.

En la zona norte y central, la cantidad de fertilizante utilizado por hectárea, presenta las siguientes características. En maíz asociado con sorgo, el rango de la cantidad utilizada de fórmula 20-20-0 es muy amplio, varía de 50 a más de 400kg/ha, con una concentración de frecuencias entre 251 a 300 kilos/ha.

La mayoría de agricultores (78%), no usa fórmula 20-20-0

para fertilizar el sorgo asociado con maíz, de los pocos que usan la mayor frecuencia (13%), lo hace con 100 a 150 kilos por ha.

El uso de sulfato de amonio, presenta tendencias similares a las cantidades empleadas de fórmula 20-20-0. Para maíz, alrededor de la mitad de agricultores (54%), aplican entre 250 a 300 kilos de sulfato de amonio.

Más de la mitad de agricultores que cultivan maíz asociado, tienen campos de cultivo con número de plantas a la cosecha que varía entre 30.000 a 50.000 por ha. (59%). La dispersión del número de plantas por ha. en sorgo, es muy amplia, con una concentración de frecuencia (30%), en más de 80.000 plantas/ha.

Las plantas de maíz presentan alturas que varían entre 1.80 a 2.40 m con mayor frecuencia (42% en alturas entre 2.00 a 2.20m).

En sorgo la dispersión de la altura es grande, con una concentración del 30% para altura de planta, que varían entre 2.00 y 2.40m sin embargo, hay plantas menores a 1.60m y mayores a 2.80m.

La biomasa aérea, evaluada al momento de la cosecha en el maíz, se concentra alrededor de 4.000 a 8.000 kilos/ha (64%) pudiendo presentarse un rango que varía entre menos de 4.000 hasta 16.000 kilos por ha. En sorgo asociado la dispersión es grande, la mayor concentración (60%), se presenta entre 4.000 y 16.000 kilos/ha, dentro estos el 24% se encuentran entre 8.000 a 12.000 kilos por ha. El rango varía entre menos de 4.000 a más de 24.000 kilos/ha.

El número de mazorcas o panojos guarda estrecha relación con el número de plantas. Más de la mitad de los cultivos con maíz asociado (57%) dan entre 30.000 a 50.000 mazorcas por ha. En sorgo asociado la dispersión es amplia, notándose una tendencia de producir

más de 80.000 parojos/ha.

La mitad de agricultores que siembran maíz asociado (50%), tienen rendimientos que varían entre 3.000 a 5.000 kilos por ha.

En sorgo asociado con maíz, la mayoría de agricultores (72%) tienen rendimientos de grano seco entre 1.000 a 4.000 kilos/ha, de estos más de la mitad (56%), se encuentran entre 1.000 a 3.000 kilos/ha y un tercio (30%), entre 1.000 a 2.000 kilos/ha.

## BIBLIOGRAFIA

1. ARZE, B.J. Alternativas para la producción de cultivos en El Salvador, basados en la incidencia de la canícula. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1980. 28 p.
2. \_\_\_\_\_, y GUILLEN. Análisis de crecimiento en asociaciones de maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor*) y frijol de costa (*Vigna seniensis*). In XXV Reunión PCCMCA. Memoria. Tegucigalpa. Honduras. 1979. 20 p.
3. \_\_\_\_\_, y JUAREZ. Caracterización del sistema de cultivo maíz, maíz/sorgo en Tejutla. El Salvador. In XXVII Reunión Anual del PCCMCA. 23-25 Marzo 1981, Santo Domingo, República Dominicana.
4. GUZMAN, G. Caracterización preliminar de la canícula interestival en El Salvador. CATIE, San Salvador, 1979. 14 p. + mapas.
5. GUZMAN, G.T. Estado actual del conocimiento de la canícula en El Salvador y Centro América. In Seminario taller, Agricultura en zonas afectadas por canícula interestival en El Salvador 17-20 nov. 1981. CATIE, San Salvador, El Salvador. 1981.
6. HARGREAVES, G.H. World water for agriculture, climate, precipitation probabilities and adquacies for rainfed agriculture, Utah State University. 1977. 199 p.
7. HENAO, J. y ARZE, B.J. Identificación de determinantes del rendimiento en el sistema de cultivo maíz/sorgo. In XXVII Reunión Anual del PCCMCA 23-25 marzo 1981. Santo Domingo, República Dominicana.
8. LARIOS, J.F., JUAREZ, M.A., y AMAYA, M.C. Importancia de la canícula interestival en El Salvador. In Seminario taller, Agricultura en zonas afectadas por canícula interestival en El Salvador 17-20 nov. 1981. CATIE, San Salvador-El Salvador. 1981.
9. RICO, N.M.A. Efectos de la canícula interestival prolongada en los cultivos. CATIE, El Salvador. 1979, 18 p. + mapas.
10. WALKE, T.S. Evaluación económica y pérdidas de cosecha en maíz debido a sequía. In XXV Reunión Anual del PCCMCA 19-23 marzo 1979. Tegucigalpa, Honduras. 1979.