

①

CATIE  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
Programa de Cultivos Anuales

LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

✓  
José Arze

Documento preparado para su presentación en el Seminario de Producción de Cultivos Anuales, CENTA, San Andrés, El Salvador, enero 30 - febrero 2, 1978.

Turrialba, Costa Rica

1978

C O N T E N I D O

	<u>Pág.</u>
I - INTRODUCCION	1
II - VARIABLES EXTRINSECAS E INSTRINSECAS DEL ECOSISTEMA	3
III - LOS FACTORES CLIMATICOS EN EL ECOSISTEMA	3
IV - INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCION AGRICOLA:	5
1. Factores de acción directa	5
2. Factores de acción indirecta	5
3. Necesidades físico-químicas del cultivo	7
V - CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS:	9
1. Factores climáticos de acción directa	9
2. Factores climáticos de acción indirecta	10
VI - LA LLUVIA EN EL SALVADOR:	13
1. Caracterización de la lluvia	13
2. Períodos de exceso y deficiencia de agua	14
3. Índice de disponibilidad de humedad	19
- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	24

## LOS FACTORES CLIMATICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION AGRICOLA

José Arze\*

### I - INTRODUCCION:

Los seres vivos entre ellos el hombre, extraen de los componentes inanimados o animados del suelo, del agua y del aire, los materiales constitutivos de su propia sustancia, que transforman en materia orgánica con la ayuda de la energía solar. A menudo el hombre va más lejos que los demás seres vivos y no se contenta con extraer del medio únicamente aquellos recursos necesarios para su existencia. En muchos casos el hombre moderno aumenta desmesuradamente sus extracciones y su vandálico comportamiento trae como consecuencia un saqueo que compromete la sobrevivencia de sus contemporáneos y de sus hijos.

El conocimiento de los componentes del proceso de generación de materia orgánica, ayuda a comprender las complicadas interrelaciones que gobiernan la producción de biomasa en la tierra. Un estudio sistematizado de los organismos o grupos de organismos y sus relaciones con el medio ambiente que los rodean, permiten establecer las características principales de un ecosistema.

El proceso de producción de alimentos en el que se encuentra incluido el hombre como un factor regulador del mismo, constituye un sistema de producción, con una serie de elementos físicos y biológicos, en donde se distingue la importancia del conocimiento agro-socio-económico de la producción agrícola.

En la figura No.1, se presenta la influencia del hombre en el ecosistema natural, modificándolo en su propio beneficio. La sociedad humana con tres componentes generales: a) social, b) político, c) económico, influyen fuertemente en el flujo energético del ecosistema, modificándolo o regulándolo de acuerdo a la importancia relativa que se le dé a cada uno de estos componentes. Toda esta regulación del ecosistema natural refleja el esfuerzo del hombre por dominar la naturaleza en beneficio de su nivel de vida.

---

\* Ing. Agr., M.S. Especialista en Sistemas de Producción Agrícola, CATIE, Residente en El Salvador.

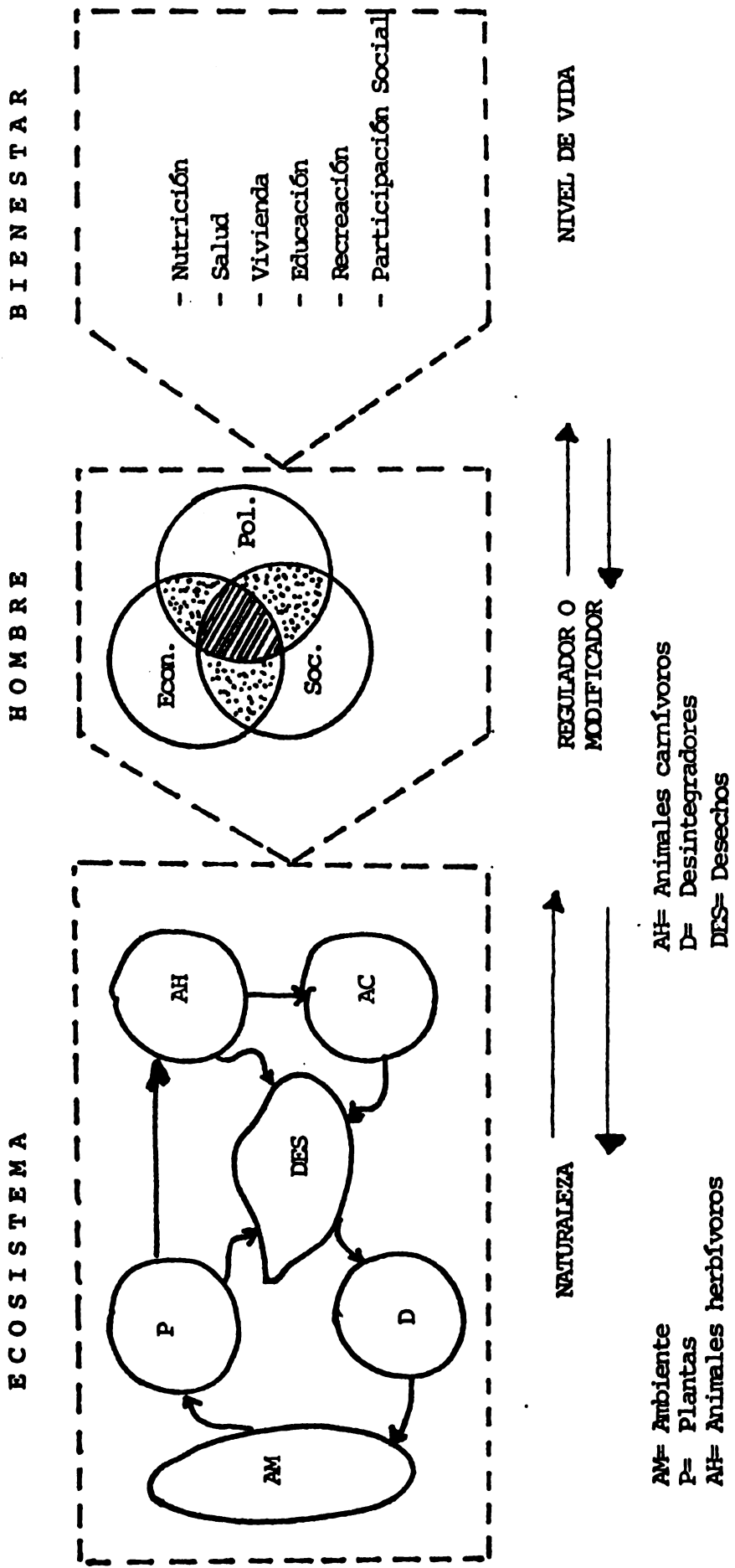


FIG. No.1 - RELACIONES DE LA SOCIEDAD CON EL ECOSISTEMA NATURAL

## II - VARIABLES EXTRINSECAS E INSTRINSECAS DEL ECOSISTEMA:

En un modelo de compartimentos se puede ubicar a los factores climáticos, estableciendo la importancia de sus relaciones con los demás componentes del sistema.

De manera muy rápida analicemos el modelo hipotético de la figura No.2, en donde los rectángulos expresan los estados sucesionales del ecosistema, unidos con flechas para representar el sentido del flujo energético. Los triángulos representan el proceso que afecta el flujo de energía. Las líneas en zig zag terminadas en R indican pérdidas de energía por respiración. Toda esta parte del diagrama expresa de manera general un conjunto de variables dependientes o intrínsecas del sistema.

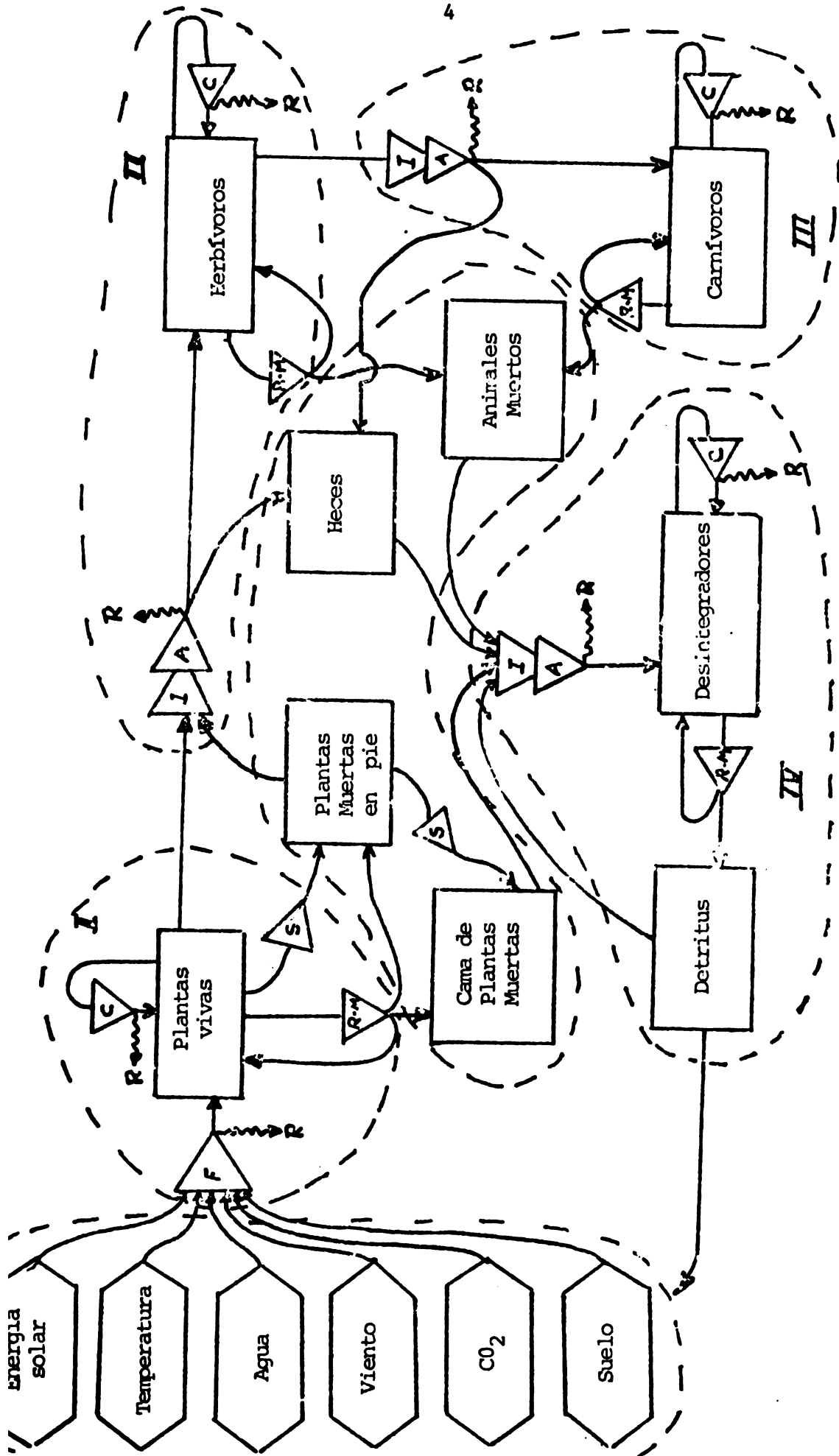
Los exógonos denotan de manera global algunas variables independientes o extrínsecas. Estas variables extrínsecas constituyen la fuerza conductora básica del ecosistema en general y agrícola en particular. Vienen a representar algunos componentes del ambiente.

## III - LOS FACTORES CLIMATICOS EN EL ECOSISTEMA:

El clima es quizás el componente más importante del ambiente. Los cultivos y la vegetación de una región dependen principalmente de su clima; las buenas y las malas cosechas son también debidas en general a sus influencias directas e indirectas. Además el clima condiciona otros componentes del ambiente.

Los factores climáticos son variables extrínsecos del ecosistema que el hombre no puede modificar de manera significativa. Ante esta realidad el hombre debe aprender a vivir con su medio-ambiente, buscando las máximas ventajas sin destruir o modificar negativamente los recursos productivos independientes.

En el esquema (Fig. No.2) se nota la importancia de las variables climáticas en el desarrollo dinámico del ecosistema. El flujo energético de las variables



- F= Fotosíntesis
- C= Crecimiento
- R-M= Reproducción-Mortalidad
- I= Ingestión
- A= Asimilación
- S= Meteorización

Fig. N.2 - MODELO DE COMPARTIENOS DEL FLUJO ENERGÉTICO DE UN ECOSISTEMA.

extrínsecas, se centraliza en el subsistema I (Comunidad autótrofa), constituida por las plantas que fotosintetizan y utilizan los recursos ambientales existentes, transformándolos en materia orgánica disponible para el subsistema II y de este al III (Comunidad heterotrofa), constituida por animales herbívoros y carnívoros, en donde puede ubicarse al hombre. El flujo energético pasa luego al subsistema IV de desintegradores, para cerrar el ciclo los detritos, retornando la energía al medioambiente. Los factores climáticos constituyen recursos independientes del ecosistema, con fuerte influencia cualitativa y cuantitativa en el tiempo y el espacio.

#### IV - INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCION AGRICOLA.

De los muchos factores que influyen en la producción, son conocidos aquellos de mayor importancia. Para juzgar su significación y apreciar las intrincadas relaciones que existen entre ellos y los vegetales (organismos autótrofos del ecosistema), se pueden clasificar los factores ambientales, según la manera como actúan sobre los procesos fisiológicos. de las plantas en dos categorías:

##### 1 . Factores de acción directa:

Aquellos que afectan los procesos fisiológicos de las plantas. Por tanto, son los que tienen gran interés desde el punto de vista agrícola.

##### 2 . Factores de acción indirecta:

Son aquellos que afectan el ambiente donde viven las plantas, más que sobre las plantas mismas. Su influencia es a través de los factores de acción directa, a los que modifican. Esta es la razón para considerarlos como indirectos.

La figura No.3, resume la relación de estas dos clases de factores con el proceso fisiológico de la planta.

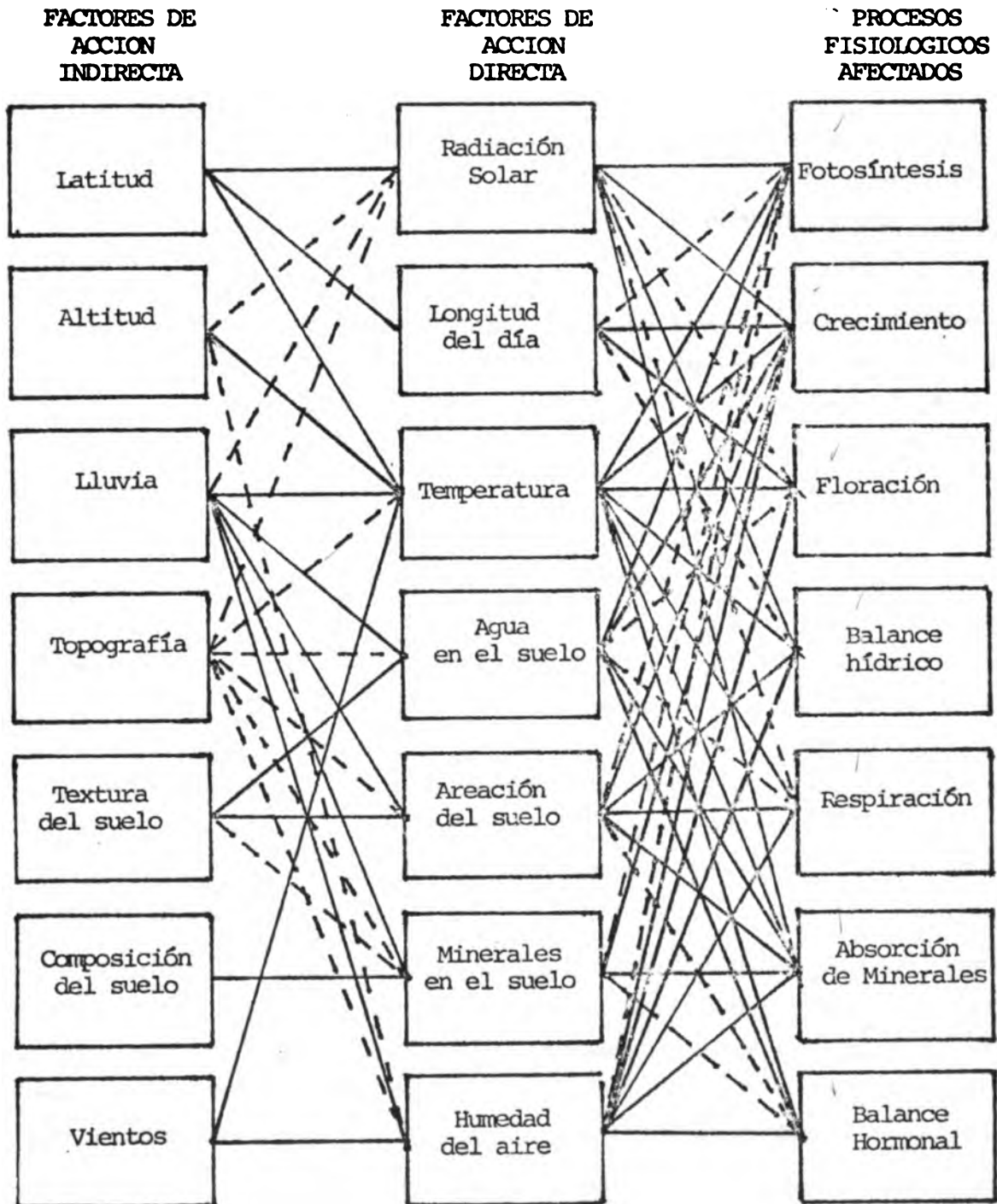


FIG.N.3 - FACTORES DE LA PRODUCTIVIDAD AGRICOLA



Por medio de flechas se indican las principales relaciones de los factores indirectos sobre los directos, y a su vez la relación de los factores directos sobre los principales procesos fisiológicos del vegetal. Las flechas se representan por líneas completas e interrumpidas, según la relativa importancia de la acción que simbolizan.

Los principales factores climáticos que insiden directamente sobre los procesos fisiológicos de las plantas en cultivo son: radiación solar, temperatura y humedad del aire, mientras que la lluvia y los vientos son más bien factores climáticos de acción indirecta.

No deben olvidarse los otros factores para una interpretación adecuada del crecimiento y desarrollo de las plantas. La influencia de cualquiera de ellos, por exceso o por deficiencia cualitativa y cuantitativa, puede constituirlos en factores limitantes de la producción. (Ley de la tolerancia de Shelford).

### 3 . Necesidades físico-químicas del cultivo.

Los cultivos, como todo organismo vivo tienen diferentes necesidades de componentes físicos y químicos del medioambiente (insumos), para transformarlos en materia orgánica utilizable por el hombre. Estas necesidades varían con la edad del cultivo. Existen períodos que exigen pequeños flujos de recursos físico-químicos, y períodos de máxima utilización por un proceso metabólico muy intenso, asociado con la intensidad de crecimiento y desarrollo de las plantas. Generalmente, las disminuciones o pérdidas de producción del cultivo, son debidas a deficiencias de suministro de los componentes físico-químicos necesarios en cantidad y oportunidad.

En la figura No.4 puede observarse los incrementos en peso de la biomasa de un cultivo de maíz, así como de cada una de sus partes. Se nota un período de máxima actividad, caracterizado por incrementos en la producción de materia seca. Es en este período, en que normalmente se producen los desequilibrios de la producción, por un deficiente suministro de insumos.

Los factores climáticos, como radiación solar, temperatura y lluvia, deben encontrarse adecuadamente balanceados de acuerdo a las necesidades del cultivo, de tal manera que permiten un flujo continuo y suficiente de recursos físico-químicos.



## V - CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS:

La ubicación de El Salvador ( $87^{\circ}40'$  a  $90^{\circ}10'$  Long. Oeste y  $13^{\circ}10'$  a  $14^{\circ}30'$  Lat. Norte), en latitudes tropicales y en un estrecho istmo que separa los océanos de mayor superficie del globo, le ha dado al país un clima cálido y húmedo. 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 cenitales 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 cenit.

De abril a agosto, la traslación del ecuador térmico hacia el Norte, produce condiciones de inestabilidad máxima en las masas de aire que desde el este cruzan el istmo, originando intensas lluvias hasta octubre, las cuales en septiembre alcanzan su mayor intensidad. 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 modifica el régimen de clima tropical y causa muchas variaciones locales.

### 1. Factores climáticos de acción directa.

La radiación solar, temperatura y humedad del aire, son considerados como los principales factores que influyen directamente sobre el proceso productivo de las plantas. (fig. 3).

Las modificaciones que el hombre puede realizar sobre estos factores son muy pequeñas y de poca importancia.

La combinación de ellos define las características de potencialidad productiva de la tierra, mediante grandes zonificaciones de áreas, aptas para grupos de plantas con exigencias climáticas similares.

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

En El Salvador los promedios mensuales de la radiación solar, temperatura y humedad relativa, durante el año, son más o menos iguales. Las oscilaciones diurnas son varias veces más grandes que las anuales. En las figuras números 6, 7, 8, 9 y 10 pueden observarse las variaciones diarias de algunos elementos meteorológicos en San Salvador.

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

## 2. Factores climáticos de acción indirecta:

La lluvia 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 nuestra 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.

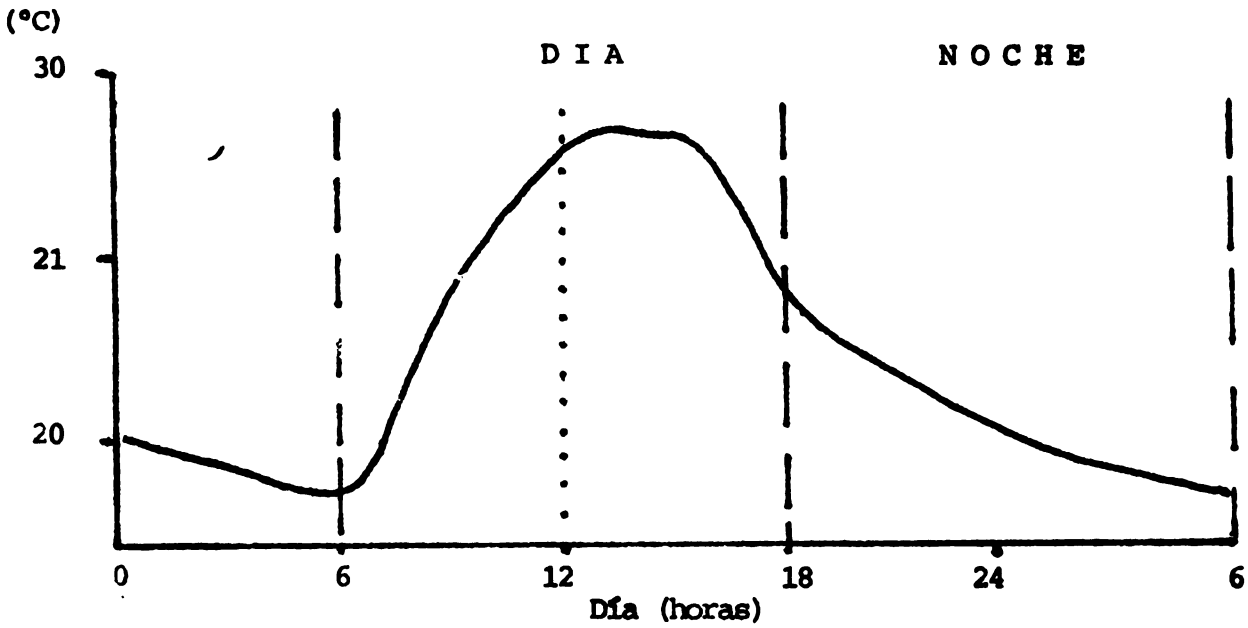


FIG. No.6 - PROMEDIO ANUAL DE LA VARIACION DIURNA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN SAN SALVADOR

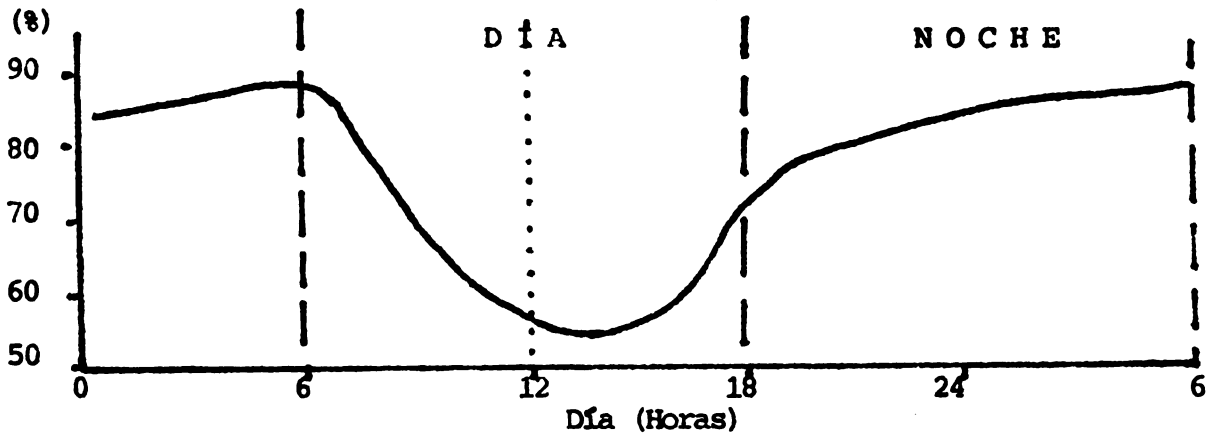


FIG. No.7 - PROMEDIO ANUAL DE LA VARIACION DIURNA DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN SAN SALVADOR.

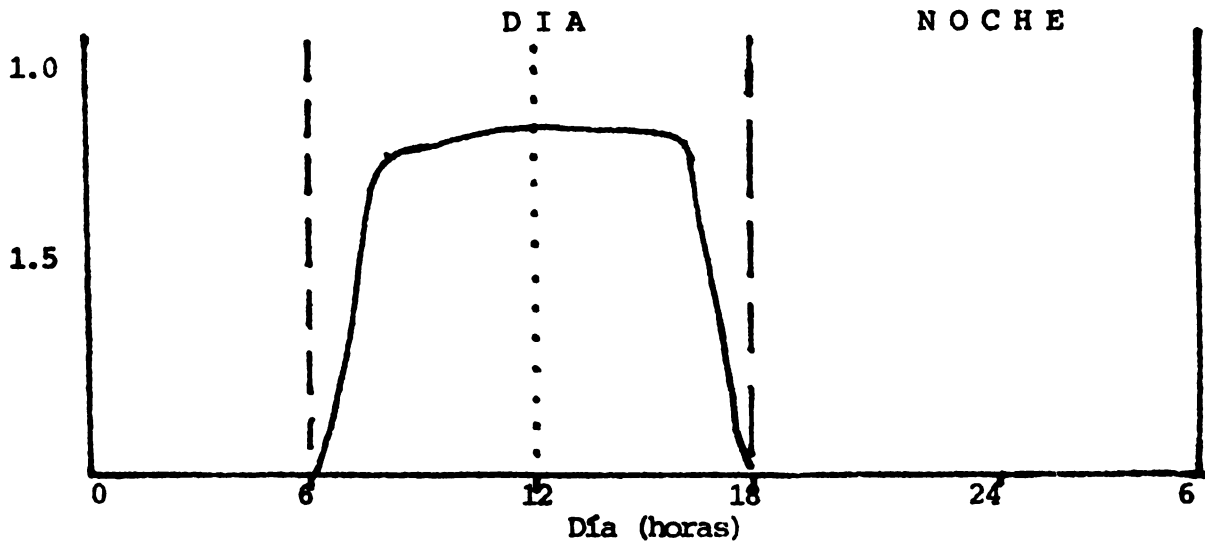


FIG. No.8 - LUZ SOLAR POR HORA EN SAN SALVADOR

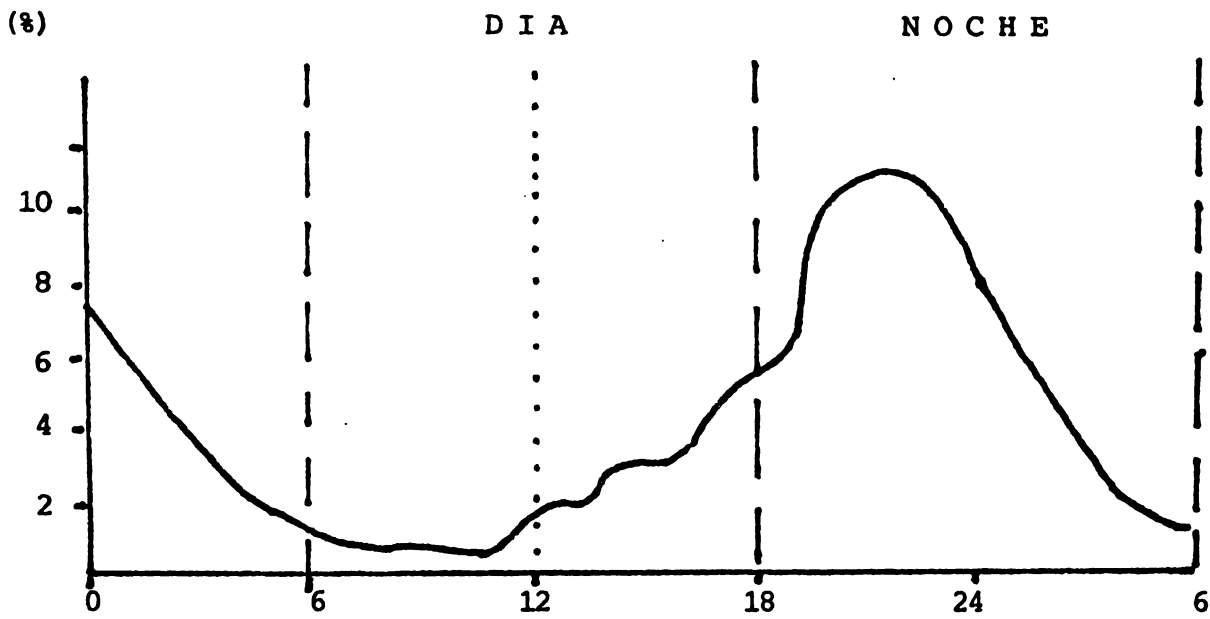


FIG. No.9 - PROMEDIO ANUAL DE LA VARIACION DIURNA DE PRECIPITACION EN PORCENTAJE DE LA SUMA ANUAL MEDIA EN SAN SALVADOR

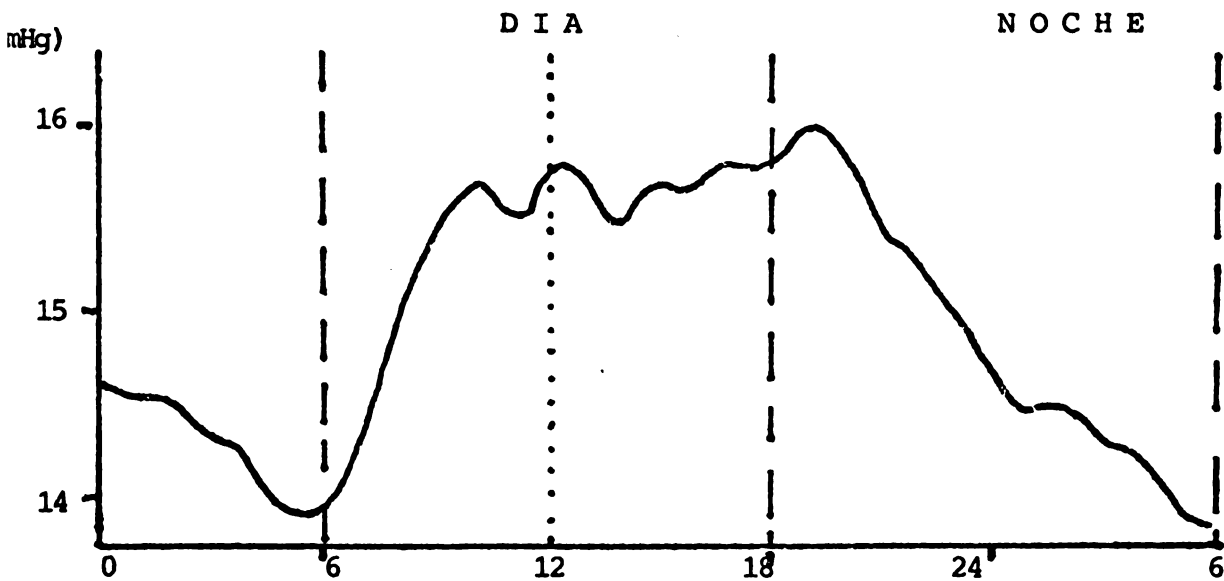


FIG. No.10 - PROMEDIO ANUAL DE LA VARIACION DIURNA DE LA TENSION DE VAPOR DE AGUA EN SAN SALVADOR.

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.

## VI - LA LLUVIA EN EL SALVADOR:

No se pretende hacer un análisis del comportamiento pluviométrico en El Salvador, la intención es dar algunas ideas para utilizar e interpretar la información existente.

### 1. 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 nos dice respecto a la duración e intensidad de las precipitaciones. Se entiende por duración el tiempo efectivo durante el cual tiene lugar la lluvia y por intensidad su caudal, o cantidad por unidad de tiempo.

Los datos proporcionados por el pluviómetro no son suficientes, es necesario utilizar pluviógrafos para conocer su distribución en el tiempo.

Un aspecto poco considerado que caracteriza a las lluvias es el tamaño de la gota. Las gotas de lluvia llegan a la superficie de la tierra con una cierta velocidad límite. (velocidad máxima terminal), que es función de su masa, de la gravedad y de la resistencia que le opone el aire. La velocidad terminal de la gota es esencialmente función de su tamaño. Cuando hay niebla la velocidad de caída de las gotas se reduce a cero, pues por su pequeño tamaño se mantienen en suspensión.

El tamaño de las gotas en correlación con la intensidad de las lluvias es muy importante. Cuando una gota golpea contra un obstáculo, su energía se dispersa, y se transmite como energía cinética al objeto contra el cual choca. Esta energía depende de la velocidad, y esta a su vez de su masa.

Si las gotas caen sobre vegetación, la cobertura vegetal disipa su energía, amortiguando el efecto que podría tener si cayera directamente al suelo. Si las gotas caen al suelo, el impacto provoca una liberación o transmisión de energía al suelo. El choque de la gota puede producir una destrucción de los agregados del suelo. La estabilidad de los agregados es muy importante tanto en agronomía como en hidrología y geomorfología. Si el golpeteo de la lluvia es fuerte, en suelos carentes de adecuada cobertura, las partículas del suelo son desagregadas por su impacto. Esas partículas son proyectadas a algunos centímetros de distancia y los poros superficiales se van rellenando de fracción fina. Resulta lo que comúnmente se llama suelo planchado, que es una consecuencia de lo que se conoce como erosión pluvial. Esta característica permite el escurrimiento superficial del agua con sus desventajas consecuentes.

## 2. Períodos de exceso y deficiencia de agua.

La distribución de las lluvias puede ser analizada considerando su distribución espacial o su distribución en el tiempo.

El primer caso. Normalmente se refiere al promedio de precipitación anual, distribuida en un país. La figura No.11 muestra el mapa preliminar de la producción anual media de lluvia en El Salvador, elaborado por S. Hastenrath y H. Lessmann en 1963, donde pueden notarse las isohietas que permiten darse una idea de la forma como están distribuidos los promedios de lluvia anual en el territorio nacional. Es importante resaltar la influencia del relieve topográfico (isohipsas) en la distribución de lluvias. Se pueden diferenciar zonas lluviosas secas y medias, sin embargo, no es posible conocer con esta información la manera como se distribuye la lluvia de un lugar durante el período considerado.

La disponibilidad de mapas de isohietas para períodos más cortos (mes, semana) serían de gran utilidad en el conocimiento de la distribución de lluvias.

La tendencia de la distribución de lluvias en un determinado lugar durante un período, permite conocer la disponibilidad o escasez de agua para ese lugar



# Mapa No 1

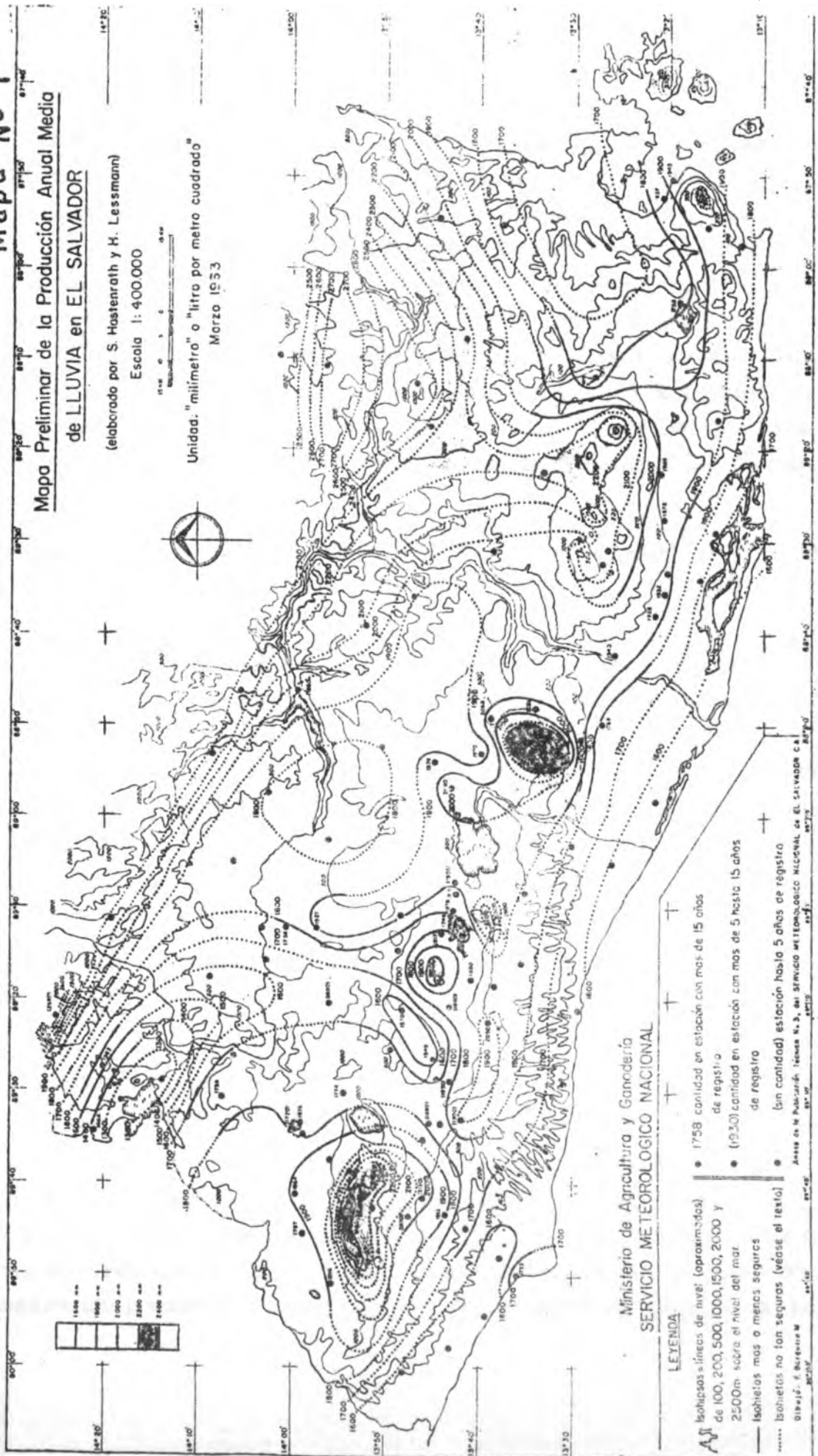
## Mapa Preliminar de la Producción Anual Medio de LLUVIA en EL SALVADOR

(elaborado por S. Hostenrath y H. Lessmann)

Escala 1:400,000

Unidad: "milímetro" o "litro por metro cuadrado"

Marzo 1953



Ministerio de Agricultura y Ganadería  
SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

### LEYENDA

- Isohipsas = líneas de nivel: (aproximadas) de 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000 y 2500m sobre el nivel del mar
- Isohietas más o menos seguras
- ..... Isohietas no tan seguras (véase el texto)
- 1758 cantidad en estación con más de 15 años de registro
- (1930) cantidad en estación con más de 5 hasta 15 años de registro
- (sin cantidad) estación hasta 5 años de registro

Ases de la Publicación: Tercera N.3, del SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL de EL SALVADOR C.A.

FIG. No.11 - MAPA ISHIEIAS EN EL SALVADOR

en el período considerado. Esta información es de gran utilidad para programar épocas de siembra o usar variedades de ciclo vegetativo largo o corto, cuyas exigencias armonicen con los períodos de disponibilidad o escasez de agua. En la figura No.12 se presenta un análisis estimado para el caserío La Trompina en la zona Nor-oriental. La información ha sido tomada del Almanaque Salvadoreño 1977 y los estudios de evapotranspiración potencial del trabajo realizado, por el grupo de la Universidad de Utah. Se pretende mostrar el balance climático de la disponibilidad o escasez de agua, como punto de partida para realizar un balance ecológico de este elemento vital. Es por eso que no ha sido considerado el suelo, como factor regulador de la disponibilidad de agua para la planta.

Se inicia y termina el año en noviembre, con la idea de presentar de manera objetiva la alternancia de los períodos seco y lluvioso, y sus condiciones transicionales.

Para la lluvia se han graficado los promedios mensuales de la precipitación media, máxima y mínima absoluta. El rango de variabilidad presentado entre la máxima absoluta y mínima absoluta es muy grande en la época lluviosa, sin embargo dentro de esta gran faja, posiblemente se encuentren los promedios de precipitación mensual para los correspondientes meses de la época lluviosa. Este criterio no tiene un fundamento estadístico basado en límites de confianza, sin embargo permite visualizar, con la información disponible, los períodos de exceso y deficiencia de agua.

Se mejora esta situación, incluyendo en el gráfico la curva de evapotranspiración potencial, surgida para alturas de cero a quinientos metros sobre el nivel del mar.

Los promedios de lluvia que se encuentran debajo de la línea de evapotranspiración potencial, denotan deficiencia de agua y los que están por arriba exceso.

Los meses en que el promedio de precipitación máxima absoluta pasa por debajo de la línea de evapotranspiración son extremadamente secos (Fig. 12, área rayada), este período se encuentra ubicado entre diciembre y marzo. Los períodos en que la curva lluvia máxima absoluta, está por encima de la línea de evapotranspiración potencial y la curva de lluvia promedio por debajo, son períodos

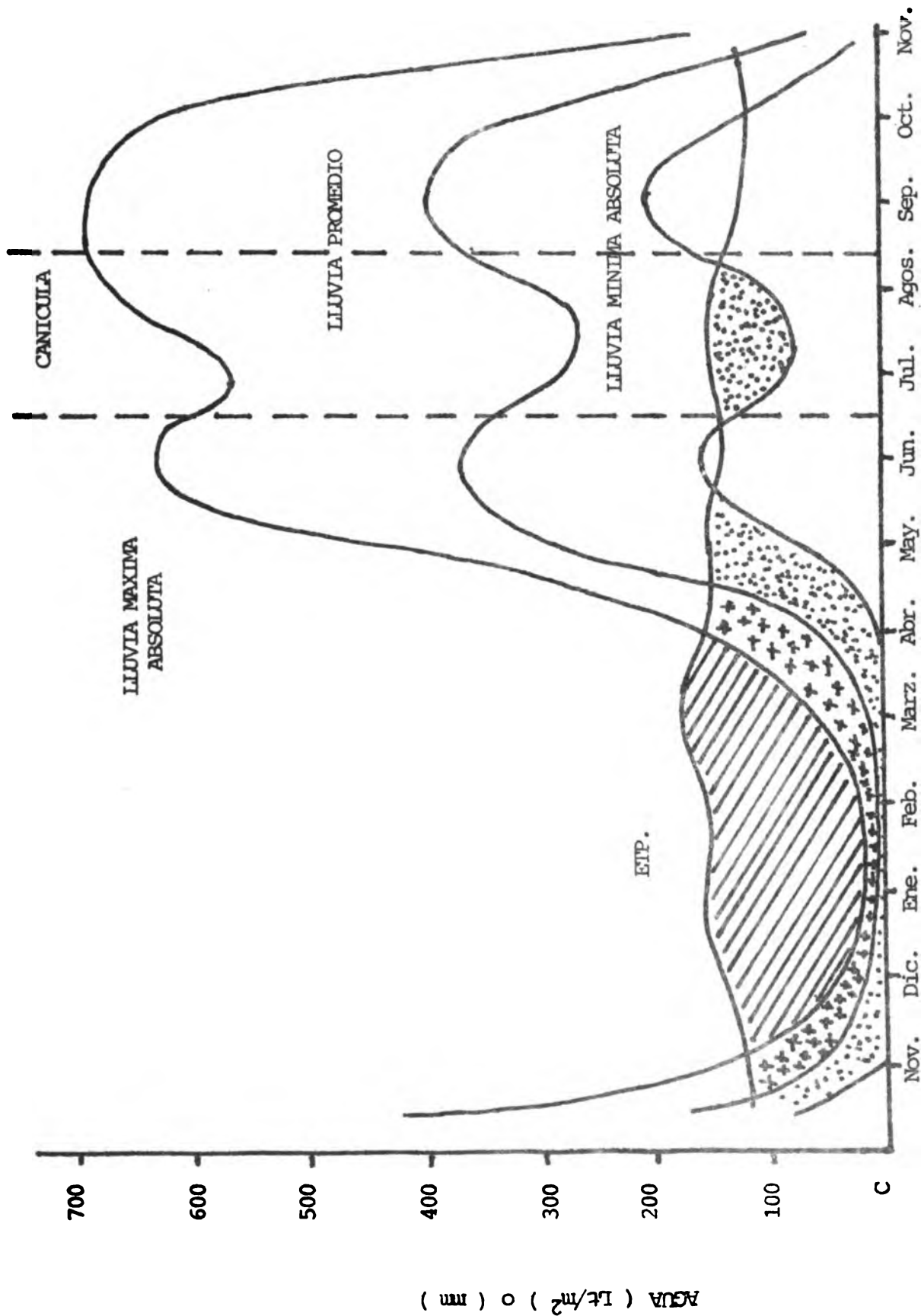


FIG. No. 12: PERIODOS RELATIVOS DE DEFICIENCIA DE AGUA CALCULADO PARA EL CASERIO LA TROPICINA.

transicionales entre las épocas seca y lluviosa (área con cruces). Por último, aquellos períodos en que los promedios de lluvia máxima absoluta y lluvia promedio se encuentran por encima de la línea de evapotranspiración potencial y la lluvia mínima absoluta por debajo, pueden considerarse como períodos de lluvia con posibilidad de ocurrencia de sequías cortas.

En la región estudiada los cultivos se inician al comenzar la época de lluvias abril a mayo. El cultivo básico es maíz, cuya máxima actividad de acumulación de materia orgánica se realiza aproximadamente entre los 60 a 90 días de la siembra, período en que se produce la floración y fecundación (Fig. No.4).

Las sequías cortas, conocidas como canículas, tienen alta probabilidad de ocurrencia entre julio y agosto, como una manifestación del promedio de la lluvia mínima absoluta. Durante estos meses los cultivos sembrados entre abril y mayo, requieren la provisión de insumos físico-químicos, en cuyo transporte y síntesis el agua juega un papel preponderante. Si el agua es escasa en este período, la acumulación de materia orgánica no se realiza con la intensidad normal, trayendo consigo las respectivas mermas de producción.

El análisis de la alta posibilidad de la ocurrencia de la canícula en esta zona se ve corroborado, por un estudio de ocurrencia de este período de sequía, realizado por el Departamento de Economía Agrícola del CENEA, donde es reportada la información de veintiocho años.

Un resumen se presenta en el cuadro siguiente:

Inicio y final de la Canícula* (2 semanas)	Frecuencia	%
1. Inicio junio, finalizó julio	5	18
2. Inicio julio finalizó julio	10	36
3. Inicio julio finalizó agosto	10	36
4. No hubo canícula	3	10

\* Se considera canícula el período de dos semanas mínimas que no llueve o cae una mínima cantidad de agua en la época lluviosa.

Existe alta posibilidad de que la canícula se inicie o termine entre julio y agosto (72%).

### 3. Índice de disponibilidad de humedad:

Los períodos de exceso o déficit de humedad durante el año, pueden expresarse por este índice, propuesto por Hargreaves en 1975. (MAI, moisture availability index).

El índice se basa en la relación entre la probabilidad de ocurrencia de precipitación por mes (75% de probabilidad) y la evaporación potencial.

En la figura No.13 se muestran los valores mensuales del índice, calculados para el caserío La Trompina.

Si el índice es 1.0, la cantidad de agua evapotranspirada, es igual a la caída por precipitación. Cuando el índice es superior a 1.0 la cantidad de lluvia caída es mayor a la evapotranspirada, por ejemplo: MAI= 1.6, significa que por cada unidad evapotranspirada, cae una cantidad de lluvia igual a esa unidad evapotranspirada más un 60%. Es decir se repone la pérdida por evapotranspiración y se añade 60% del agua evapotranspirada.

Valores menores a la unidad indican que las pérdidas por evapotranspiración son mayores a los ingresos de agua por lluvia, por ejemplo: MAI = 0.2 indicaría que del total de agua evapotranspirada, sólo ha sido repuesta por precipitación el 20%, existiendo un déficit de 80% del agua perdida por evapotranspiración.

Hargreaves sugiere para la actividad agrícola, un límite superior e inferior de 1.33 y 0.33 respectivamente. Con valores superiores a 1.33 hay exceso de humedad, siendo indispensable un buen drenaje. El valor de 0.33 o menos denota deficiencia de humedad y consecuentemente limitada agricultura sin riego.

En la figura No.13, los meses con valores menores a 0.33 son de noviembre a abril y con valores mayores a 1.33 entre mayo-junio, y entre agosto-septiembre. Se nota que en el mes de julio baja el índice, sin llegar al nivel crítico.

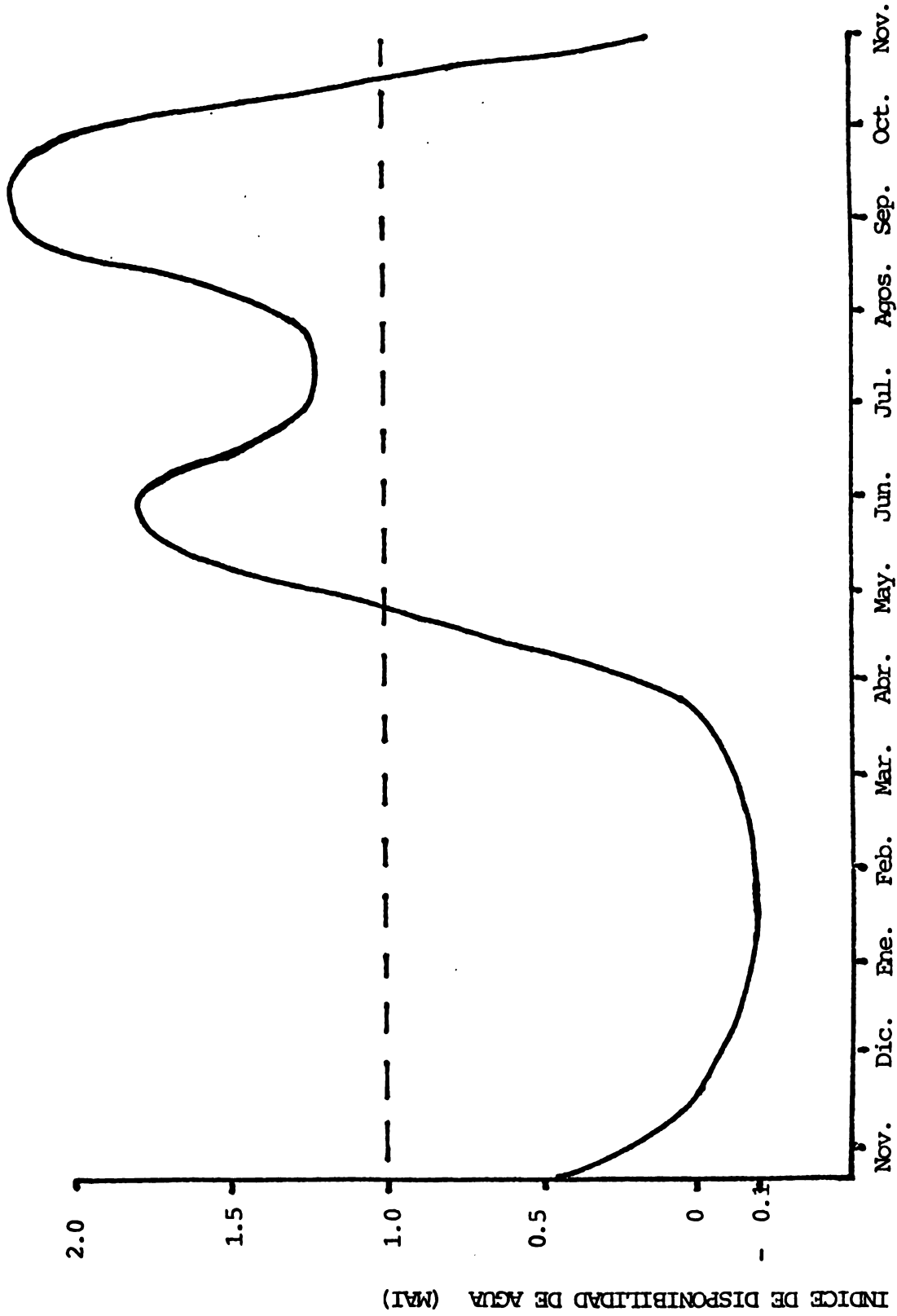


FIG. No. 13 - INDICE DE DISPONIBILIDAD DE AGUA (PRECIPITACION PROBABLE/EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL), CALCULADO PARA EL CASERIO LA TROMPINA.

Este último aspecto es debido a la gran variabilidad que presenta la ocurrencia de precipitaciones, no expresada en los promedios mensuales de lluvia.

La ocurrencia de la canícula está muy relacionada a las posiciones cenitales del sol y a la posición de la zona de convergencia intertropical (ITZ).

La presencia de la canícula durante la época lluviosa claramente notable en las figuras 12 y 13, resalta también en el histograma de la figura No.14, donde se grafican los promedios mensuales del número de días de lluvia de 0.1 mm o más y de 10 mm o más. Entre los meses de julio y agosto, el número de días sin lluvia es menor que el de los meses junio, septiembre y octubre. Esta menor cantidad de días de lluvia ayuda a explicar la alta posibilidad de la ocurrencia de la canícula entre julio y agosto, creando un período con déficit de disponibilidad de agua.

Del análisis de las tres últimas figuras, se caracterizan dos situaciones durante la época de lluvias:

a. Dos períodos comprendidos entre mayo-junio y septiembre-octubre:

Con exceso de agua, debido a índices de disponibilidad de humedad mayores a 1.33 elevado número de días con lluvia y promedios de precipitación mínima absoluta por encima de la evapotranspiración potencial.

b. Un período de déficit de agua, entre julio y agosto, caracterizado por índices de disponibilidad de humedad menores a 1.33, menor número de días de lluvia en comparación a los anteriores y con promedios de lluvia mínima absoluta menores a la evapotranspiración potencial.

La caracterización anterior permite suponer que antes de la ocurrencia de la canícula (período con deficiencia de agua), existe un pequeño período con exceso de agua, con índice elevado de disponibilidad de humedad. El agua excedente de este período podría almacenarse en pequeños estanques de agua, suficientes para uno o dos riegos de auxilio en la época de escasez (canícula), de tal manera que el proceso de acumulación de biomasa por los cultivos no sea interferido por la canícula. La cantidad de agua almacenada en pequeños estanques, no sería mayor que la necesaria para 1 o 2 riegos de 3 a 4 manzanas. En cada región deberían existir tantos estanques como lo requiera el cultivo y como lo permita la mano de obra disponible.

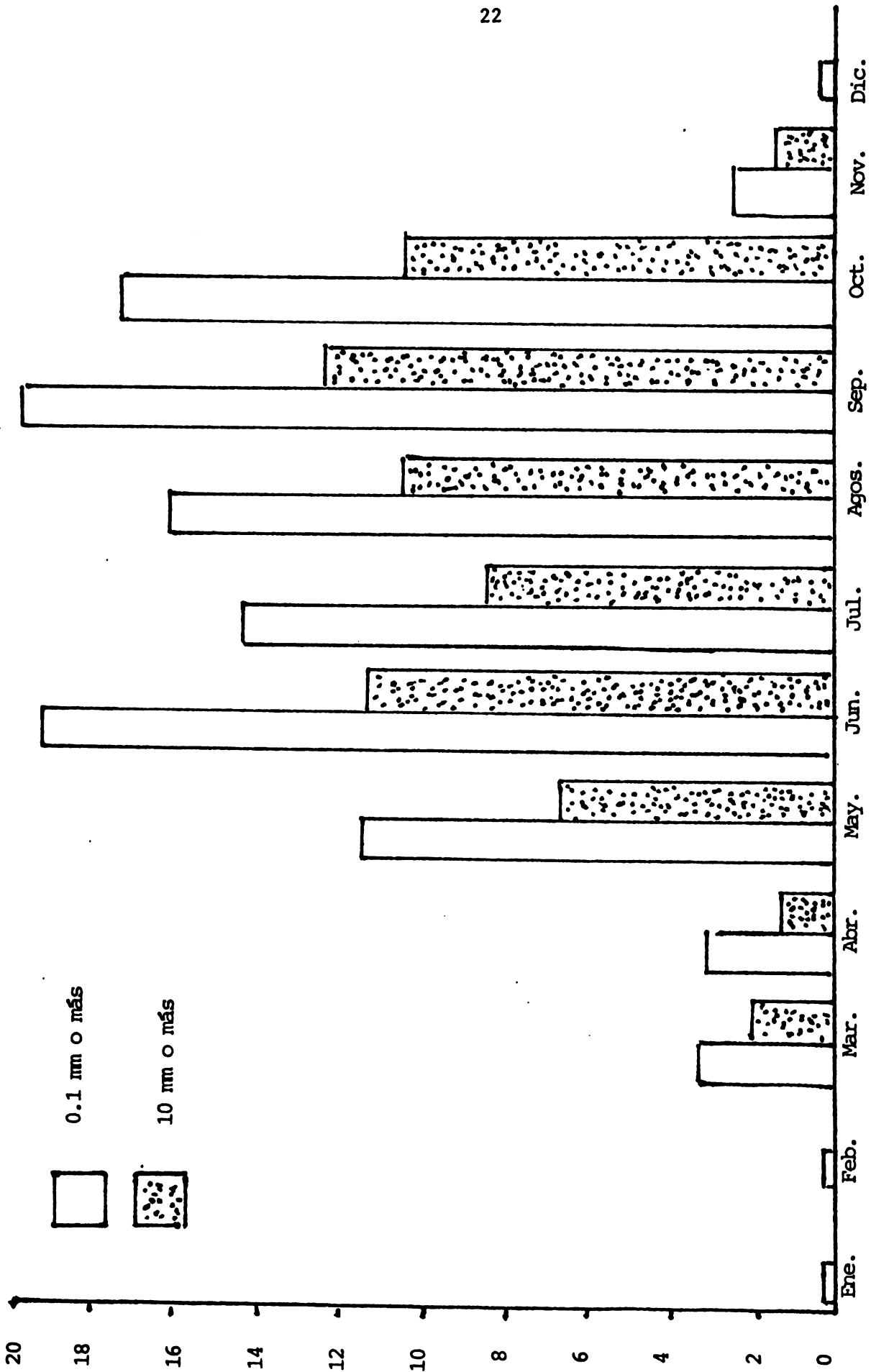


FIG. No. 14 - PROMEDIO MENSUALES DEL NUMERO DE DIAS DE LUVIA, CALCULADA PARA EL CASERIO LA TROMPINA.



Este enfoque del problema evitaría una serie de especulaciones técnicas de segunda orden.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVIM, P. de T. Energía solar y producción agrícola. *Agronomía*. Perú 29 (2):115-123. 1962.
2. ARZE B, J. A. Factores que afectan la producción agrícola. In. Curso Cultivos Andinos. IICA, Zona Andina 1977, 26 p.
3. ARZE B. J.A. y BRADFELD S., Estudio preliminar de La Trompina Alta, una comunidad en marcha hacia la desertificación. Informe No.1 CENIA/CATIE/IICA. San Salvador, El Salvador, 1977, 28 p.
4. CENIA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Estudio Agrosocioeconómico de pequeños agricultores, en la zona oriental. Departamento de Economía Agrícola. El Salvador 1977. 108 p.
5. HOLLE, M. Análisis de los factores físico-biológicos utilizando información secundaria, CATIE, Turrialba, Costa Rica 1977, 3 p.
6. HOLLE, M. El clima de las zonas (lugares) donde se realizan los trabajos del programa de sistemas de producción para el pequeño agricultor, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1977. 10 p.
7. LESSMANN, H. Introducción a la Meteorología. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 1975. 335 p.
8. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, EL SALVADOR. Almanaque Salvadoreño 1977 y 1978. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Servicio Meteorológico. San Salvador.
9. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, EL SALVADOR. La lluvia en El Salvador. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Servicio Meteorológico, 1974. 14 p.
10. ODUM, P. E. Ecología. 3a. Interamericana, México 1972. 639 p.

11. PAPADAKIS J. El clima y los cultivos. In Seminario regional de estudios integrados sobre ecología. UNESCO. Montevideo 1971. pp 69-78.
12. ROMANINI, E. Ecotécnicas para el trópico húmedo. Centro de Ecodesarrollo de CONACYT. Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente, México 1976. 184 p.
13. STUTLER, K. GONZALEZ, N. J. y FULLERTON, T. Evapotranspiración por licímetros y su relación con la evapotranspiración en la estación experimental de Santa Cruz Porrillo, CENIA-AID. El Salvador 1975. 18 p.
14. TRICART, J. Los recursos de agua. In. Seminario Regional de estudios integrados sobre ecología. UNESCO, Montevideo, 1971. pp 19-42.
15. VAN DYNE, G. M. Grasslands Management, research and training viewed in a systems context. Science Series No.3, Colorado State University. 1969, 29 p.