

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

CARACTERIZACION CLIMATICA DE TURRIALBA, COSTA RICA

FRANCISCO JIMENEZ O.

PRESENTADO EN EL PRIMER ENCUENTRO SOBRE AGROCLIMATOLOGIA

IICA/ORSTOM, SAN JOSE, COSTA RICA

22 - 26 ABRIL, 1985

## Introducción

Uno de los aspectos más importantes y con carácter limitante que influye sobre la producción agrícola es el clima, que se manifiesta por la influencia directa o indirecta de sus elementos o factores sobre los seres vivos. El clima determina las actividades económicas de una región y muy especialmente las actividades de producción agrícola. Las especies de óptimo rendimiento están determinadas por las bondades de las condiciones agroclimáticas y el éxito de la cosecha anual, por el tiempo atmosférico que prevalezca durante el mismo.

Los elementos del tiempo y del clima influyen sobre la mayoría de aspectos de la producción agrícola: plantas, suelos, animales, plagas, enfermedades, operaciones agrícolas, maquinaria, cosecha, transporte, almacenamiento, mercadeo, etc. por lo que su conocimiento conlleva a mejorar la calidad y cantidad de la producción, lo que indudablemente redundará en un mejoramiento del nivel socioeconómico del productor.

También es de gran importancia contar con información agroclimática confiable y actualizada, al planear y desarrollar investigaciones y estudios agrícolas, ya que esto permite interpretar con mayor certeza y objetividad los resultados obtenidos.

Muchas veces la influencia de los factores climáticos es evidente y obvia, sin embargo, para tener mejores bases de aplica-

ción es necesario contar con un conocimiento más ordenado de los recursos agroclimáticos. Los distintos elementos no actúan independientemente, sino en estrecha interrelación, no obstante para fines prácticos pueden aislarse los efectos más evidentes, de manera que el ambiente físico se pueda caracterizar a través de la cuantificación de sus elementos, representados a través de expresiones estadísticas y gráficas que forman parte de la caracterización agroclimática de una región.

Este documento tiene por objeto mostrar estos aspectos, tomando como base los datos generados en la estación agroclimática del CATIE durante muchos años. La zona de Turrialba donde se encuentra la misma, es una de las más importantes del país en la producción agrícola, además de ser la sede del más importante Centro de Investigación y Enseñanza regional: el CATIE, lo que justifica plenamente su caracterización agroclimática.

### Ubicación y otras características geográficas

La estación agrometeorológica está ubicada en la finca del CATIE en el valle de Turrialba, Costa Rica, a una altura de 602 m.s.n.m. Las coordenadas geográficas son las siguientes: 9°53' Latitud Norte y 83°39' Longitud Oeste. El valle es drenado por el Río Reventazón y está rodeado por montañas que varían en altura; desde 3328 m del Volcán Turrialba en el Oeste, hasta solamente 800 m.s.n.m. en el Este que lo separa de Pavones.

Hay varios valles secundarios entre el valle general del Río Reventazón; los principales son los drenados por los ríos Turrialba, Tuis, Atirro y Pejivalle. La zona pertenece al bosque premontano muy húmedo según la clasificación de zonas de vida de Holdridge.

### Presentación de los datos

En el presente documento se incluye información hasta diciembre de 1983 de las principales variables agroclimáticas.

La recopilación de datos fue realizada por el autor, a partir de los resúmenes obtenidos mediante el procedimiento electrónico de la información agroclimática, que se encuentra archivada en la computadora de este Centro y de otros materiales e informaciones no publicadas que se hayan en el archivo de la unidad de agroclimatología.

Para cada variable meteorológica se presenta uno o varios cuadros resumen y/o figuras correspondientes a esos datos, con el fin de facilitar la interpretación del clima del lugar. Así mismo se presentan figuras correspondientes a la interacción entre diferentes factores agroclimáticos, con el objetivo de mostrar la relación existente entre ellos y de hacer notar la importancia de analizar el clima en todos sus componentes, en el momento de la planificación agrícola y de la interpretación de resultados.

Para probar la homogeneidad de las series de temperatura y precipitación se aplicó el método de Sued-Einsenhait (7).

## Precipitación

En los trópicos el agua constituye el factor climático más importante, debido entre otras cosas, a que su cantidad y distribución estacional deciden la actividad vegetativa de grandes regiones (5). Ecológicamente es de gran importancia debido a que la distribución, composición y fisionomía de las formaciones vegetales naturales dentro de las diferentes zonas latitudinales y fajas altitudinales de temperatura, están determinadas principalmente por la precipitación (1). Exceso o déficit de agua caracteriza a muchas de las zonas agrícolas de nuestros países.

En el caso de Turrialba, el régimen de precipitación no presenta una estación seca definida, sino que solamente hay una disminución de las lluvias en los meses de febrero, marzo y abril. (fig. 1). En estos tres meses la probabilidad de que la precipitación ( $p = 0.75$ ) exceda la evapotranspiración potencial es menor del 55% y el índice de humedad disponible (MAI) cuadro 1 es inferior a 1, lo que indica que la humedad es deficiente. La presencia de esta época relativamente seca es de mucha importancia en la zona, sobre todo para la zafra de la caña de azúcar, la cosecha de granos como maíz y frijol, la preparación de terrenos y una disminución en el nivel de inóculo de organismos patógenos. Durante el resto del año hay excesos muy considerables de humedad, que podrían crear problemas, sobre todo de carácter patológico y de inadecuada aireación radical, debido a problemas de drenaje, además de una abundante germinación y agresividad de las malezas.

El análisis por décadas (figura 2) que es más significativa desde el punto de vista agrícola, permite notar que en promedio durante todas las décadas de marzo, la precipitación es menor que la evapotranspiración, lo que causa un insuficiente abastecimiento de agua para las necesidades de las plantas durante ese período; y si se analiza en lo referente al balance hídrico (fig.7) esto repercute sobre el mes de abril, ya que en el mismo, el exceso de lluvias sobre la evapotranspiración no es suficiente para saturar la capacidad de almacenamiento de los suelos, lo cual ha disminuído a su nivel mínimo durante el mes anterior.

La distribución y frecuencia horaria de la precipitación (fig. 3) presenta un máximo cerca de las 18 horas y hay una tendencia a una distribución normal considerando las 24 horas. El análisis de este comportamiento de la precipitación es de gran importancia en todo el proceso de planificación y ejecución de labores agrícolas, así como en la administración y uso adecuado de la mano de obra.

Marzo es el mes más seco del año y diciembre el más lluvioso, la precipitación promedio anual es de 2636 mm.

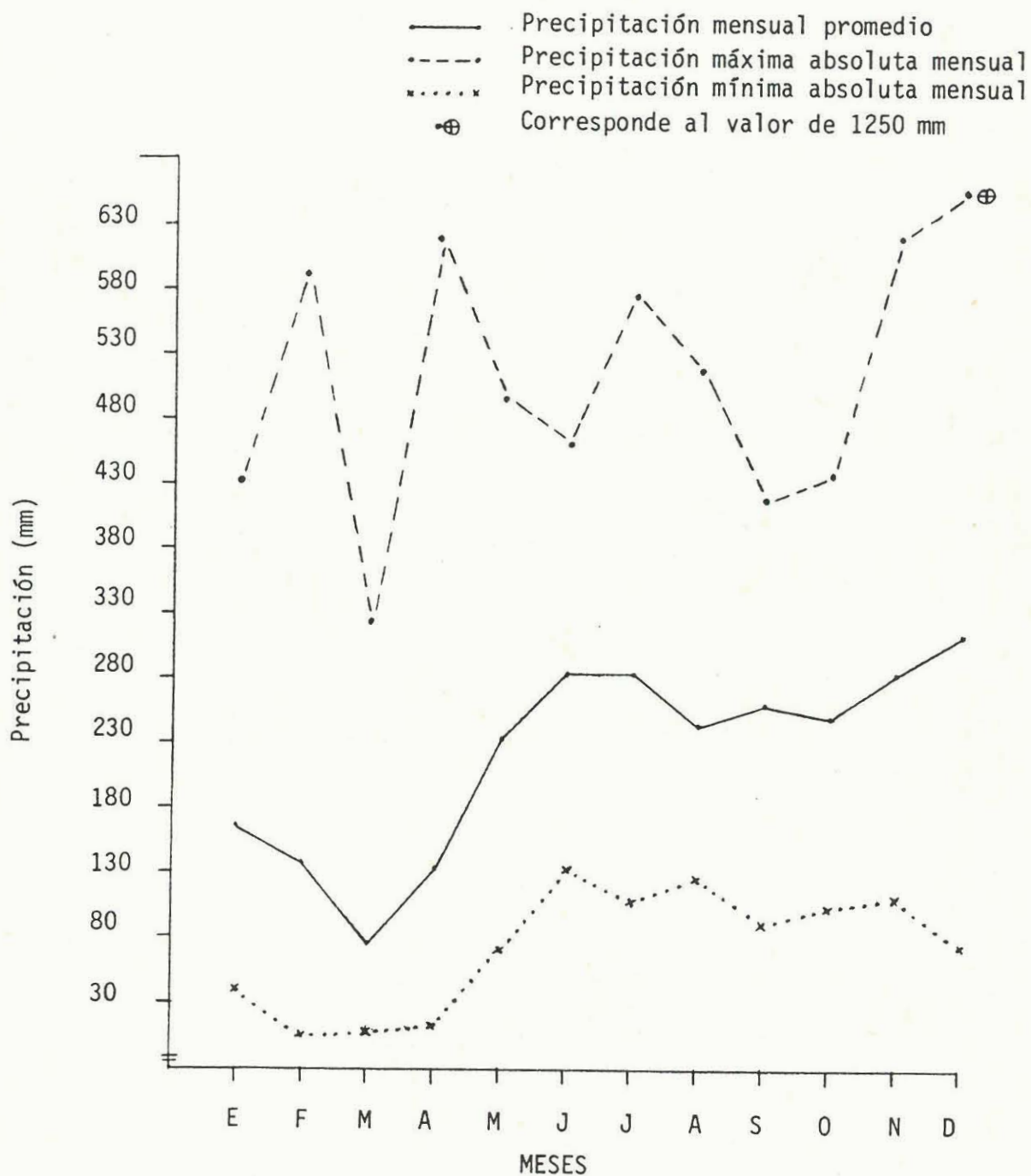


Fig. 1. Precipitación promedio y extremos absolutas mensuales (mm) durante el período 1949-1983



Cuadro 1. Precipitación confiable (PC) e índice de humedad disponible (MAI) basados en datos del período 1942-1983

Mes	Precipitación Promedio (mm)	Nivel de Probabilidad*				ETP** (mm)	MAI*** (PC/ETP)
		0.80	0.75	0.50	0.25		
		Precipitación confiable (mm)					
Enero	168,6	90	100	153	224	88,6	1,13
Febrero	138,2	40	48	102	190	93,5	0,52
Marzo	76,6	27	32	60	103	121,8	0,27
Abril	134,1	47	56	105	178	119,1	0,48
Mayo	232,8	151	160	213	276	120,3	1,34
Junio	283,2	225	233	260	352	96,3	2,42
Julio	283,7	185	195	144	330	88,7	2,20
Agosto	244,6	175	185	218	297	98,3	1,89
Setiembre	260,4	178	190	245	287	105,9	1,80
Octubre	251,7	155	188	240	317	102,6	1,84
Noviembre	282,6	155	166	247	360	83,4	2,00
Diciembre	312,5	140	168	280	420	81,5	2,07

\* Probabilidad generada por distribución gamma.

\*\* ETP = Evapotranspiración potencial en base al tanque estándar tipo A.

\*\*\* MAI con base a una probabilidad de 0.75; MAI : menor de 1 = humedad deficiente  
 1- 1,33 = humedad adecuada  
 mayor de 1,33 = humedad excesiva

1  
8  
1

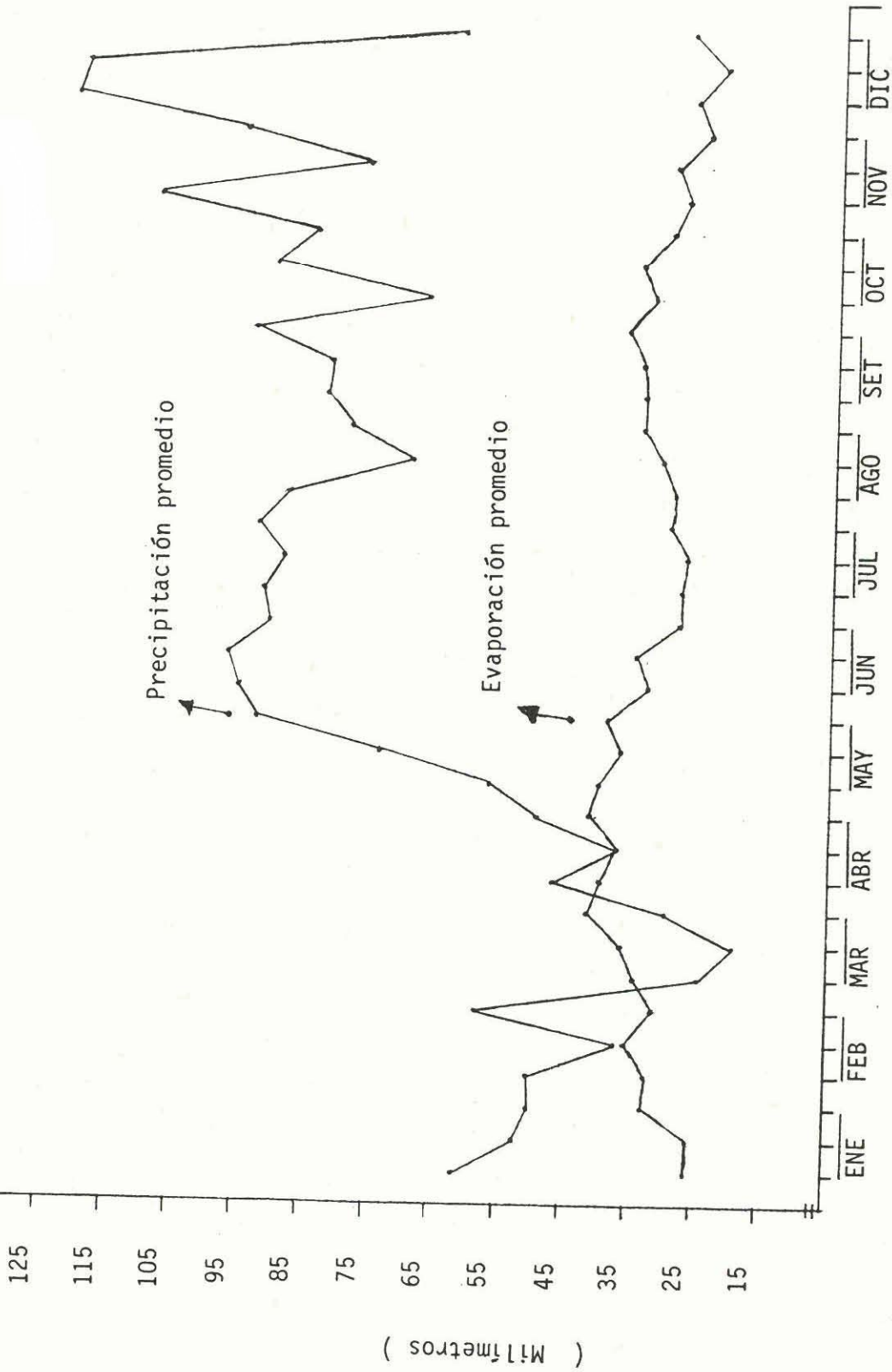


Fig. 2 Distribución por década de la precipitación y la evaporación del tanque A.

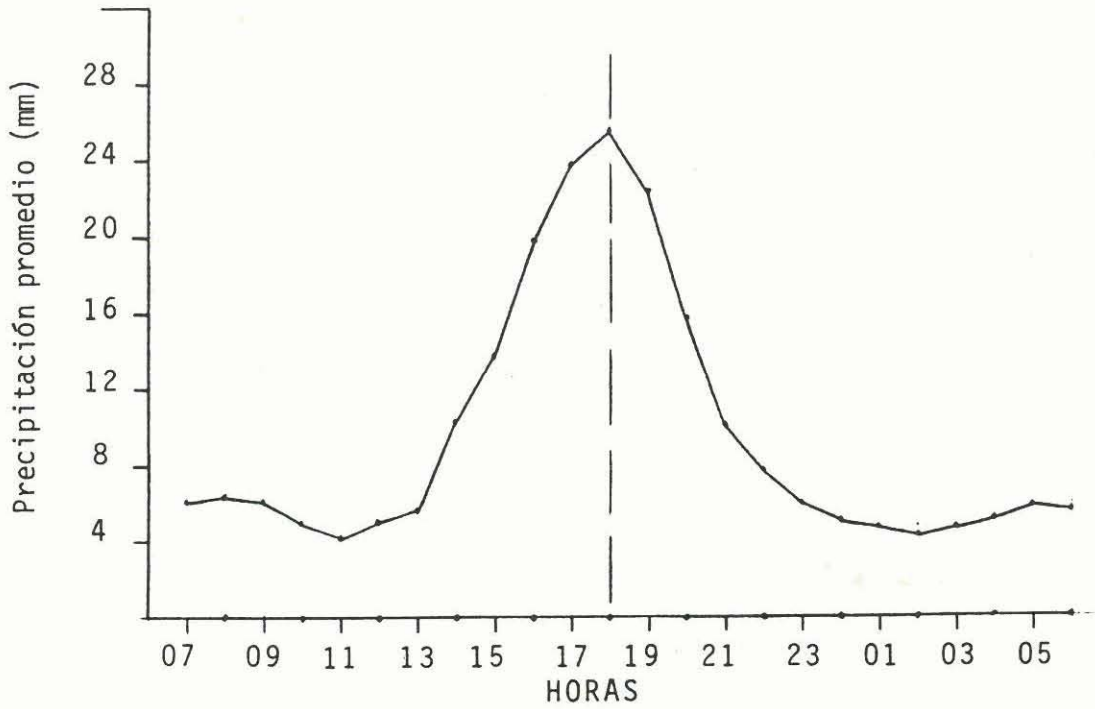


Fig. 3a. Distribución horaria de la precipitación, promedio mensual 1968-1983

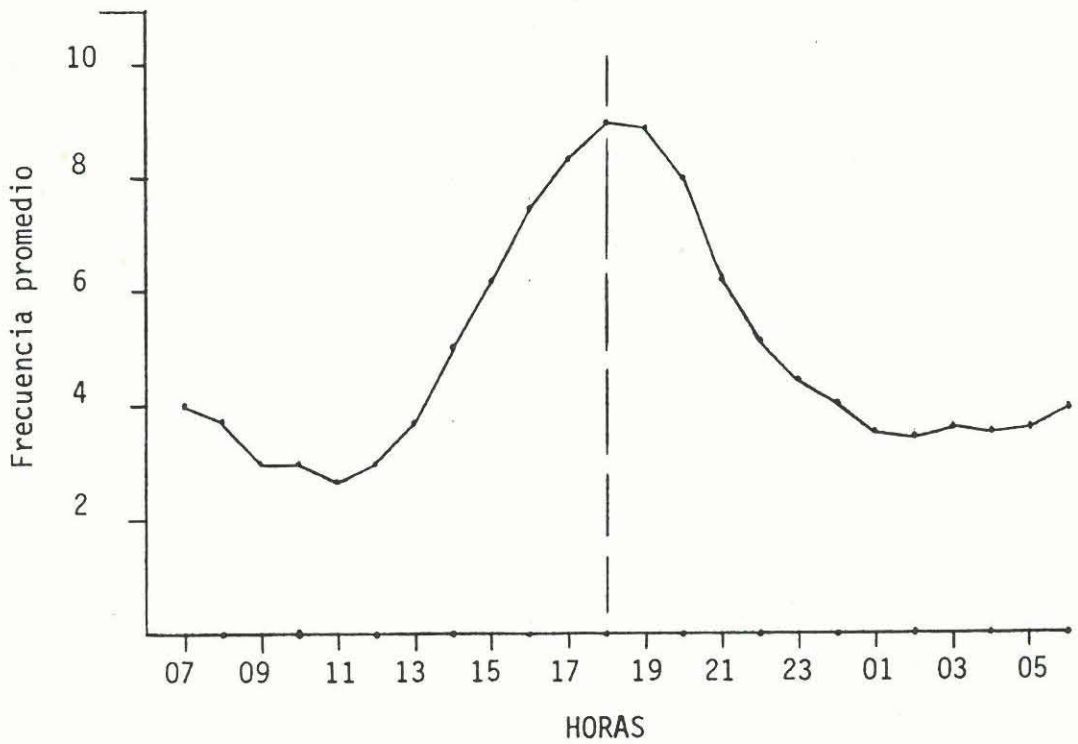


Fig. 3b. Frecuencia horaria de la precipitación, promedio mensual 1968-1983.

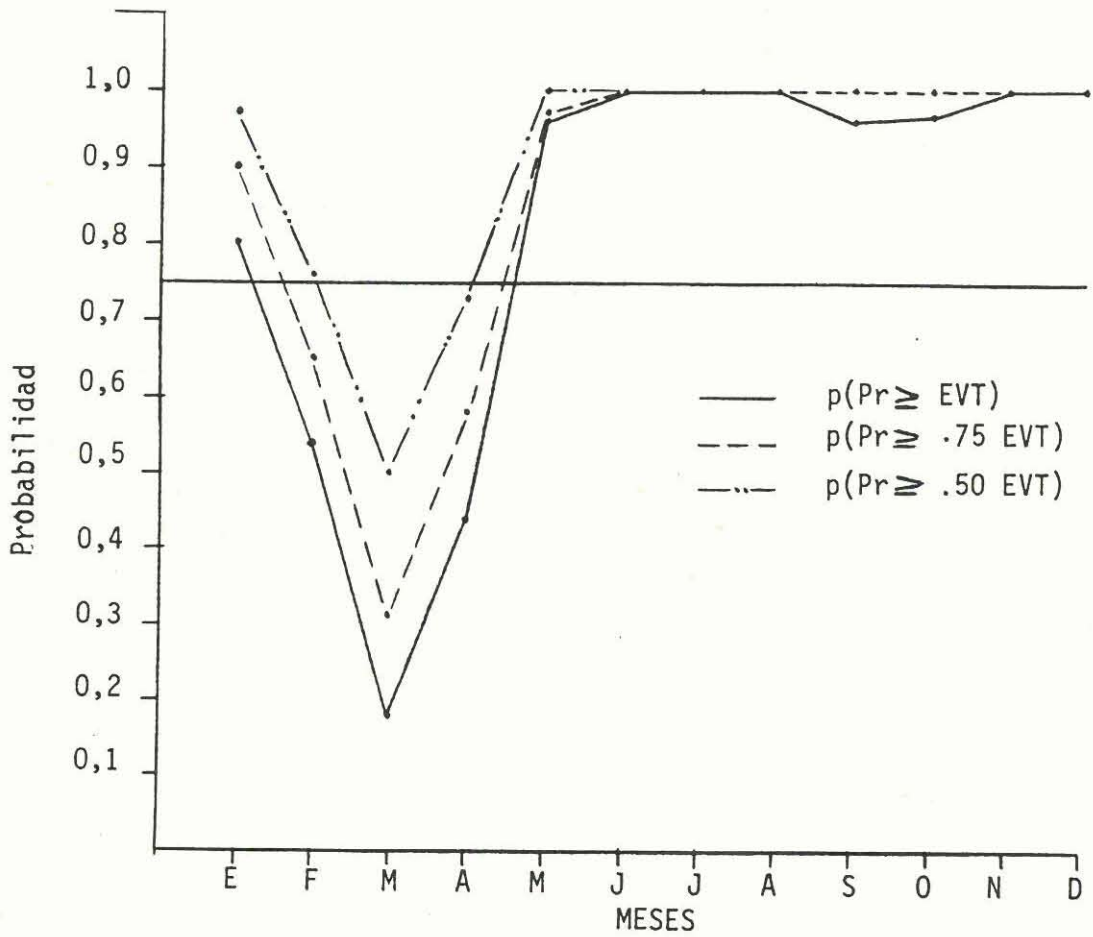


Fig. 4. Análisis probabilístico de la precipitación con respecto a la evapotranspiración potencial.

## Evapotranspiración

La oferta de agua de una zona está dada por la precipitación, sin embargo, la disponibilidad de agua en el suelo, como reserva para las plantas, depende de la capacidad evaporativa de la atmósfera (ETP) y de las propiedades del suelo en relación con su capacidad de retener agua y del tipo de cultivo (4).

La evapotranspiración es la suma del agua transpirada por las plantas y evaporada por el suelo. Si siempre hay agua disponible se define como evapotranspiración potencial (ETP), que depende exclusivamente de los factores climáticos (5). La ETP se calcula por diferentes métodos. Los resultados que se obtienen difieren entre métodos, por eso es necesario indicar el método usado. También se utilizan los valores medidos en el tanque de evaporación clase A (1).

Debemos distinguir entre evapotranspiración real (ETR) y la potencial (EVP). Durante cierta época del año el suelo está parcialmente seco, por lo tanto, las plantas no pueden transpirar más agua de la que realmente disponen, es decir una cantidad inferior a la ETP que resulta ser la evapotranspiración real.

Para el caso de Turrialba, la evapotranspiración potencial es mayor durante los meses de marzo, abril y mayo y menor en noviembre y diciembre, aunque en el mes de julio se presenta una disminución considerable (fig.5). La fórmula de Penman pare-

de ser la que más se adapta a las condiciones de Turrialba para el cálculo de esta importante variable agroclimática, teniendo como base la distribución mensual y cantidad medida en el tanque de evaporación y la estimada por el método mencionado, aunque la de Hargreaves también tiene una distribución mensual similar. La fórmula de Thornthwaite parece que subestima la ETP en los meses más secos, dando la apariencia de que hay más humedad de la real, mientras que la de Turk parece que sobrestima la ETP en los meses húmedos.

En general, el comportamiento de la EVT concuerda con las variaciones en radiación solar, humedad relativa y brillo solar; factores que influyen en forma determinante sobre la evapotranspiración (fig.6). Además como la producción de materia seca es altamente proporcional a la cantidad de agua transpirada, por lo menos en las fases de desarrollo vegetativo, es de esperar que los meses de mayo a octubre donde hay mucha agua en el suelo y alta EVT, la producción de materia seca es alta. Durante estos meses la EVP y la EVR coinciden, no así en los períodos de déficit hídrico en los que la EVR será parecida a la precipitación recibida y ambas inferior a la ETP.

El análisis por décadas permite notar que la década de mayor evapotranspiración (marzo) es prácticamente el doble que la de menor de ETP (cuadro 2). La EVP promedio anual medida en el tanque estandar clase A es de 1200 mm.

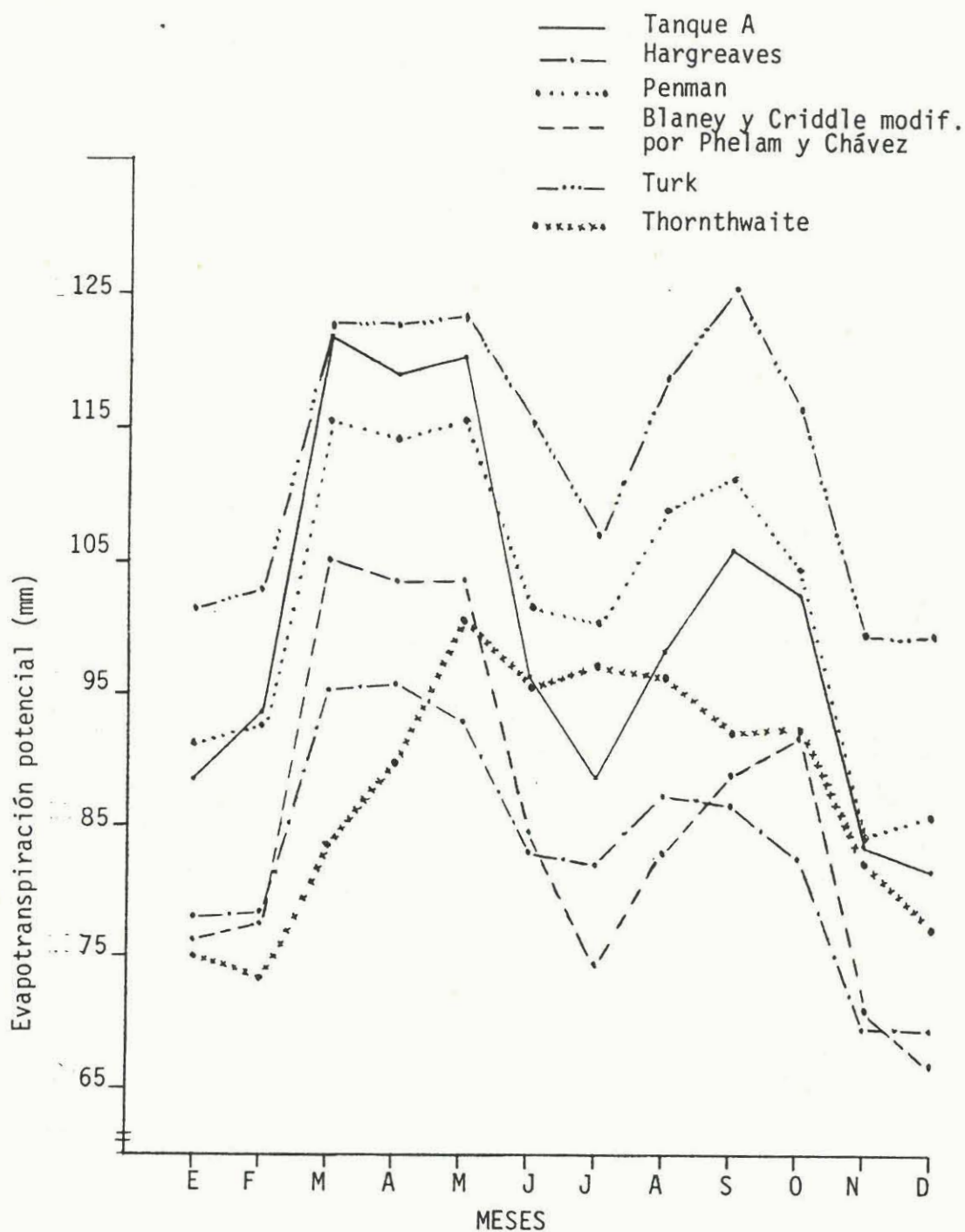


Fig. 5. Evapotranspiración potencial calculada por diferentes métodos.

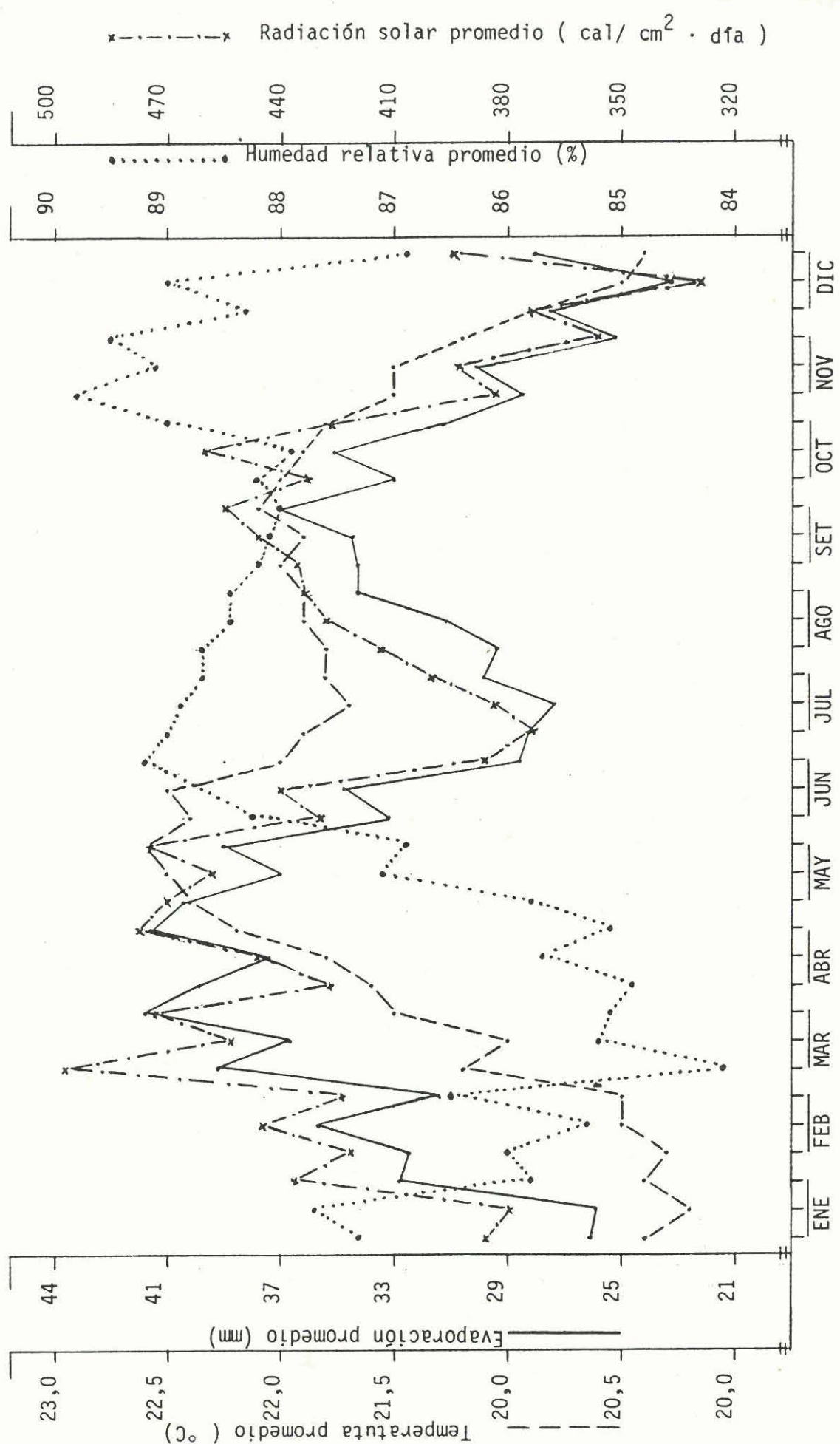


Fig. 6. Relación por décadas entre la evaporación del tanque A y otros factores climáticos.



Cuadro 2. Evaporación del tanque A por décadas (mm), promedio 1970-1983\*.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1a.	26,1	32,5	39,2	39,9	40,4	33,2	28,3	29,4	34,3	33,0	28,5	27,5
2a.	25,9	35,7	36,7	37,4	37,0	34,8	27,4	31,2	34,5	35,1	30,1	23,2
3a.	32,8	31,4	41,8	41,6	39,0	28,6	29,9	34,3	37,0	31,3	25,2	28,1

\* Meses con número de días mayor o menor a 30, los valores están ajustados en la tercera década a 10 días.

### Balance hídrico

Las relaciones entre la disponibilidad de agua y la producción de cultivos son complejas, en el trópico estas relaciones son aún más importantes, ya que la agricultura en un alto porcentaje es de secano. Esto quiere decir, que el factor agroclimático de mayor importancia es la precipitación en relación con su adecuación al crecimiento y productividad de los cultivos (4). Como la indicación de la precipitación media no es suficiente, se recurre al uso de indicadores de disponibilidad de agua como el balance hídrico, que es la relación entre precipitación y la evapotranspiración que da como resultado el agua que queda en el suelo para el consumo por las plantas. El balance hídrico tiene que ver con el suelo mismo y sus características de retención de humedad, así como con el tipo de cultivo.

En el caso de Turrialba, el balance hídrico (cuadro 3), se calculó utilizando los valores de ETP del tanque clase A. El análisis del mismo permite concluir que durante los meses de febrero, marzo y abril la precipitación confiable ( $p = 0.75$ ), no satisface la evapotranspiración potencial, por lo que se produce un déficit hídrico que es satisfecho parcialmente en febrero con la reserva de agua del suelo, pero no así en marzo y abril donde la reserva hídrica es prácticamente nula; a partir de mayo se empieza a recuperar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y durante el resto del año, hasta enero inclusive hay

exceso constante de agua que alcanza casi 140 mm en junio, la cual se pierde por escurrimiento, percolación y otros componentes del ciclo hidrológico. En marzo el déficit hídrico es de 90 mm (fig.7).

Entre las muchas aplicaciones del balance hídrico, están la determinación y demarcación de los puntos límites que coincidan con las exigencias hídricas de los diferentes cultivos para determinar la época óptima de siembra, variaciones de esta época, duración de la época de siembra, frecuencia de años negativos en los que no se desarrollaría el cultivo, juzgar el estado de disponibilidad de agua para las plantas y examinar si la deficiencia afecta alguna fase decisiva del desarrollo fenológico y por ende de la producción de un cultivo.

La planificación agrícola también se ve beneficiada con el conocimiento preciso del balance hídrico. Por ejemplo en Turrialba los agricultores planean muchas de sus siembras de manera que la cosecha coincida con un período de poca lluvia para evitar pérdidas en la recolección de los granos. En CATIE la programación de ensayos se hace considerando la disponibilidad de agua en las diferentes épocas, así como la posibilidad de hacer riego en algunas etapas críticas de los cultivos, como por ejemplo un trasplante de café.

Cuadro 3. Balance hídrico para Turrialba basado en datos del período 1949-1983\*

Meses	Precipitación Confiable p= .75	EVT	Déficit agua	Exceso agua	Almacenamiento**	Escurrimiento	Precipitación efectiva
Enero	100	89	0	11	100	11	89
Febrero	48	94	46	0	54	0	48
Marzo	32	122	90	0	0	0	32
Abril	56	119	63	0	0	0	56
Mayo	160	120	0	40	40	0	160
Junio	233	96	0	137	100	77	156
Julio	195	89	0	106	100	106	89
Agosto	185	98	0	87	100	87	98
Setiembre	190	106	0	84	100	84	106
Octubre	188	103	0	85	100	85	103
Noviembre	166	83	0	83	100	83	83
Diciembre	168	82	0	86	100	86	82

\* Todos los datos en milímetros

\*\* Se asume una capacidad de almacenamiento del suelo de 100 mm

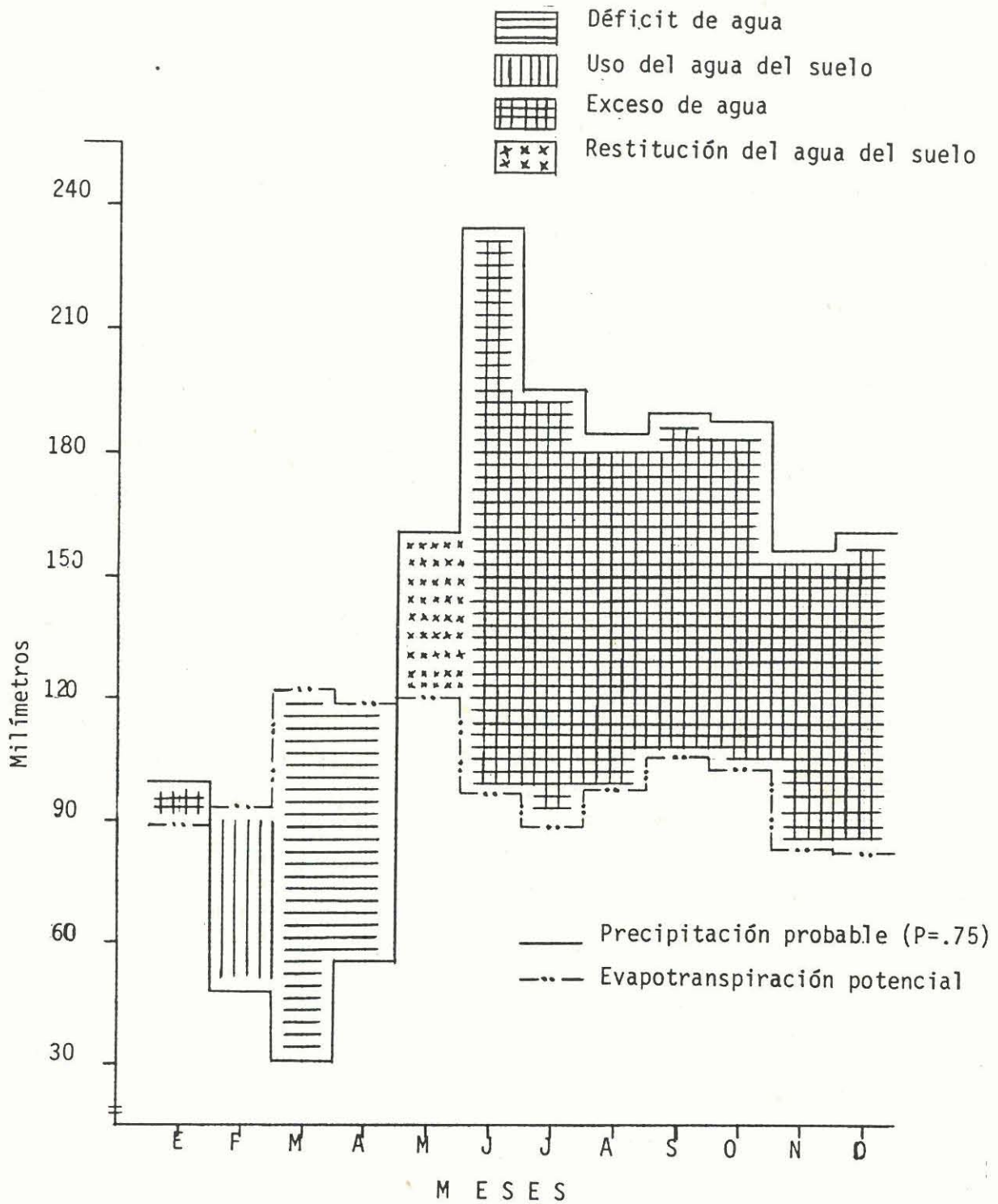


Fig. 7. Balance hídrico mensual para Turrialba.

## Temperatura del aire

Las variaciones de temperatura del aire son la causa inicial de un gran número de fenómenos meteorológicos y de cambios en los procesos fisiológicos de los vegetales y animales.

Toda actividad fisiológica es posible solo dentro de ciertos límites de temperatura. La calidad y color de los frutos son muy influenciados por la temperatura, lo mismo que el crecimiento y actividad de los insectos (2).

La temperatura del aire es importante en la regulación de la asimilación neta y los procesos fisiológicos que se presentan en condiciones óptimas en determinados rangos de temperatura. En los trópicos las fluctuaciones estacionales son muy pequeñas, sin embargo, las fluctuaciones diarias de la temperatura del aire si son considerables y afectan grandemente muchos procesos vegetales como la fotosíntesis, respiración y almacenamiento de reservas alimenticias en la planta. Por eso, además de las condiciones extremas se necesita conocer los valores extremos que dan idea de las condiciones favorables o no para las plantas (1,4,5).

En la zona en estudio las variaciones mensuales de la temperatura escasamente superan los dos grados centígrados, por lo que se puede considerar isotermal a través del año, sin embargo, durante las 24 horas la oscilación entre la máxima y la mínima

alcanza cerca de 8°C en promedio (fig.8).

Mayo y junio son los meses con mayor temperatura, mientras que diciembre y enero los de menor temperatura (fig. 8). Durante las 24 horas la temperatura máxima se alcanza cerca de las 12 horas y las mínimas cerca de las 04 horas (fig.9).

Es importante destacar la importancia del descenso en la temperatura durante los meses de diciembre y enero, ya que la misma es de mucha importancia para el cultivo de la caña, uno de los principales de la zona, específicamente para lograr un buen sazónamiento, madurez de la planta y almacenamiento de sacarosa.

Por otra parte, en los meses de mayo y junio los insectos se ven favorecidos por las altas temperaturas que aumentan su actividad, a lo cual contribuye también el hecho de que para ese entonces muchos de los cultivos anuales se encuentran en estado de crecimiento vegetativo acelerado.

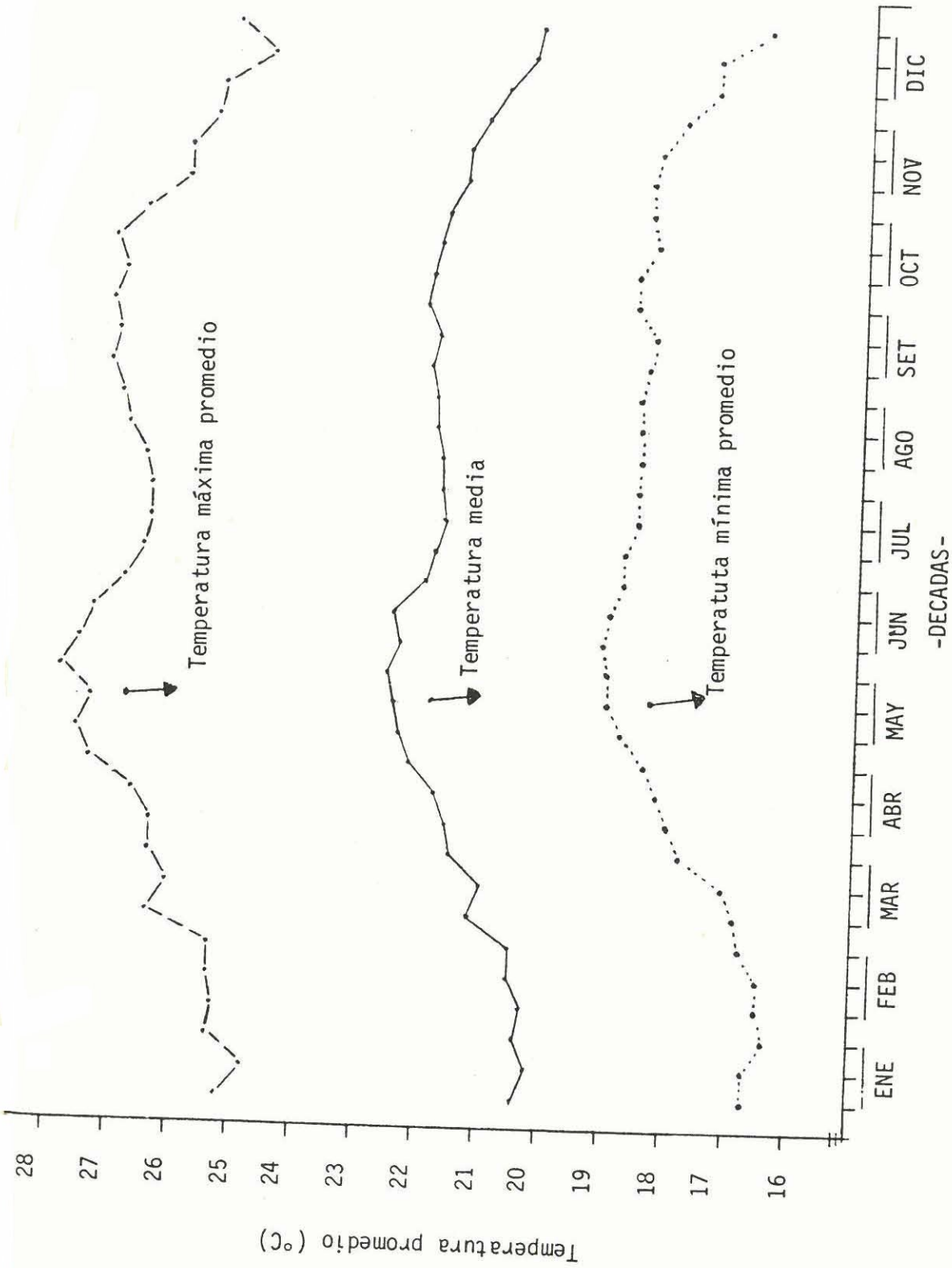


Fig. 8. Distribución por década de la temperatura, promedio 1948-1983.



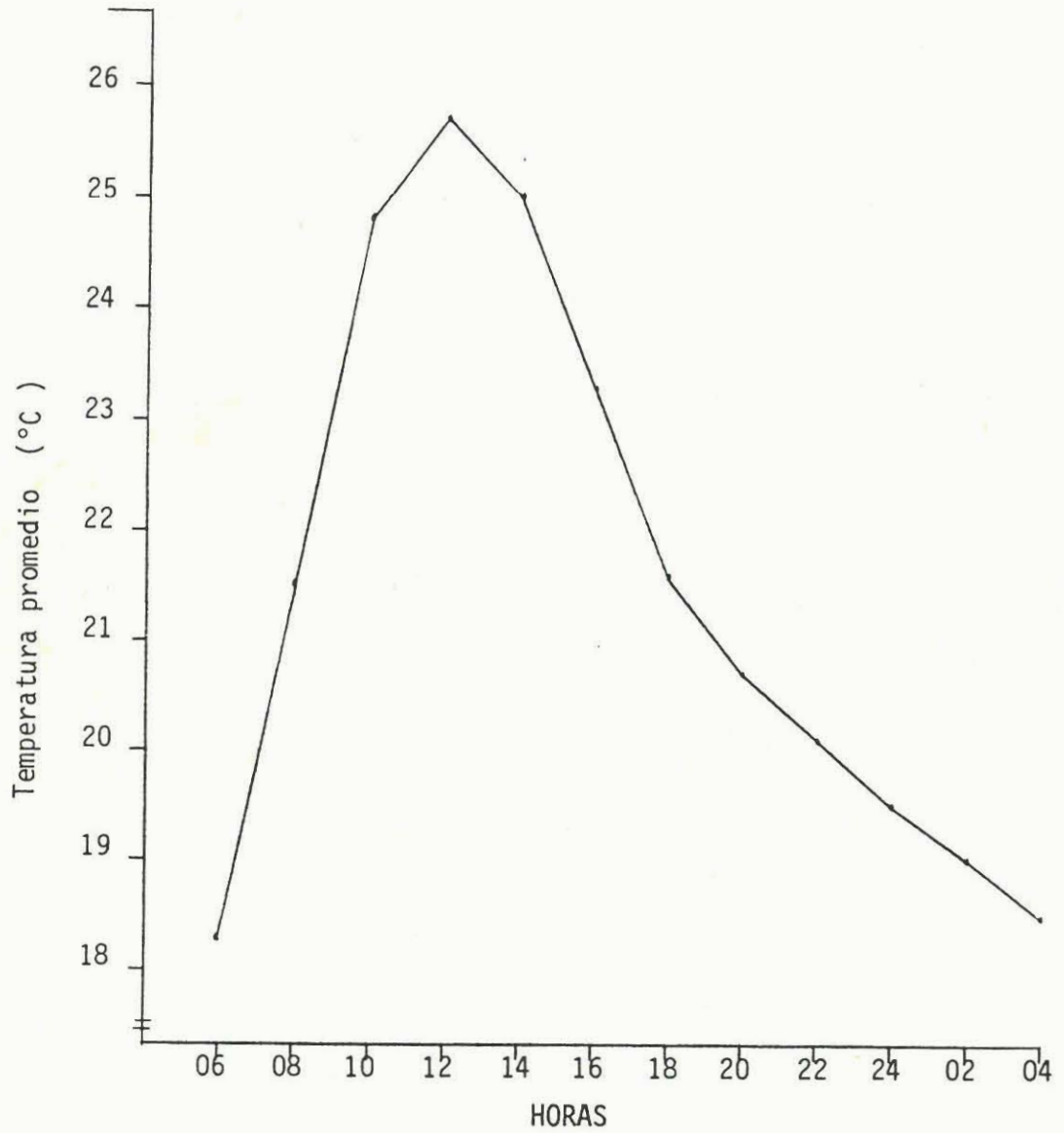


Fig. 9. Distribución bihoraria de la temperatura promedio 1968--1983.

## Humedad

La humedad del aire forma parte del complejo de factores que afectan la evapotranspiración y está grandemente influenciada por la temperatura del aire. En donde la precipitación es marginal para el desarrollo de las plantas, algunas especies crecen más rápidamente y se reproducen más abundantemente cuando la superficie de sus hojas está húmedo por el rocío, por ejemplo piña, melón y algodón (1).

Humedad alta facilita la recuperación de la turgencia de las células de las hojas, especialmente las células oclusivas de los estomas durante la noche, y permiten así que la fotosíntesis se inicie temprano en la mañana. La humedad también influye en la biología de plagas y enfermedades; cada vez se reconoce más su importancia como agente que puede favorecer o no la proliferación de organismos patógenos, por lo que buena información de este elemento agroclimático puede favorecer a prevenir y combatir enfermedades como los tizones y las royas (1,5).

Para la zona de Turrialba, la humedad relativa promedio es excesivamente alta a través de todo el año (fig.10), oscilando entre 84 y 90% entre las décadas de menor humedad y de mayor que corresponden a marzo y noviembre respectivamente. La oscilación a través de las 24 horas entre la máxima y la mínima es de cerca de 35%; en horas cercanas al mediodía (10-13 horas)

se presentan los valores más bajos de humedad relativa y consecuentemente la mayor tensión de vapor. Entre las 22 y 06 horas se alcanzan los valores mayores de humedad relativa (fig.11) Bajo estas condiciones de alta humedad se presentan problemas de reducción de la evapotranspiración, lo cual crea problemas de enfermedades en los cultivos, influye negativamente en la maduración de granos. Por otra parte, no permite el secado de los suelos lo que dificulta la cosecha, sobre todo cuando es mecanizada y además acarrea problemas de preparación de la tierra cuando los agricultores desean hacer una segunda siembra, especialmente en los meses de setiembre y octubre, donde además hay gran humedad en el suelo lo que dificulta más la labor.



Fig. 10. Distribución por décadas de la humedad relativa, promedio 1968-1983.

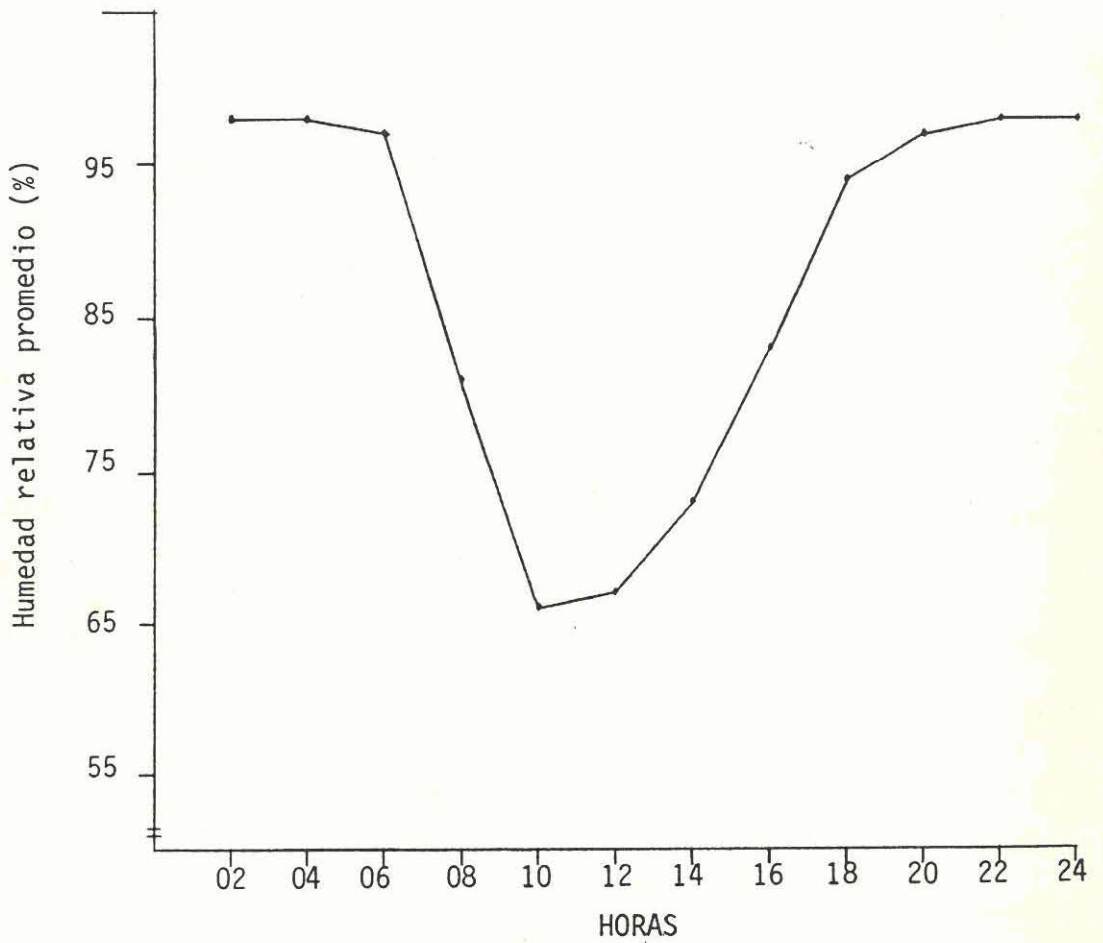


Fig. 11. Distribución bihoraria de la humedad relativa, promedio 1968-1983.

## Radiación y luz solar

La radiación solar es fundamental para la agricultura, no solo porque rige los procesos fundamentales que intervienen en la elaboración de materia orgánica mediante la fotosíntesis, sino que los intercambios de radiación de onda corta y larga entre la tierra y la atmósfera, condicionan la temperatura y sus variaciones temporales y espaciales, regulando de ese modo la distribución de los seres vivos (3).

Además, la radiación constituye la fuente fundamental de energía del ciclo hidrológico en la biosfera, y como se sabe, en nuestras zonas tropicales, la distribución de la lluvia depende en gran parte del movimiento aparente estacional del sol y de las consiguientes variaciones de la distribución de la radiación, lo que influye en las posibilidades agrícolas de cada región (3).

El brillo solar es un importante indicativo del grado de nubosidad de una región. Una descripción de las condiciones de radiación global y de duración de la luz solar teórica y real, resultan importantes en la calificación del potencial productivo de la zona.

Para el caso de Turrialba, la mayor radiación y luz solar ocurren en marzo y abril, aunque en setiembre y octubre también

ocurren valores relativamente altos (figuras 12 y 13). En julio se presenta una disminución importante de ambos factores, siendo la duración de la luz solar sólo un 30% de la teórica posible (fig.14).

En noviembre y diciembre ocurren en general los valores más bajos de radiación y luz solar, lo que concuerda con la alta nubosidad y precipitación en esos meses, así como un descenso importante en la temperatura del aire y un incremento en la humedad relativa, lo que muestra la gran interrelación que existe entre los diferentes factores agroclimáticos. De hecho, la evapotranspiración como se indicó anteriormente también disminuye considerablemente.

El promedio mensual de radiación solar es de 12895 calorías por centímetro cuadrado y de brillo solar es de 140 horas.

Esas disminuciones de radiación antes mencionadas afectan negativamente la productividad de los cultivos durante esos meses, pues dentro de un límite de condiciones adecuadas, el potencial de producción de un cultivo aumenta con el incremento de la energía disponible; esto es aún más significativo en plantas  $C_4$ .

Por otra parte esas condiciones favorecen enormemente la proliferación y desarrollo de organismos patógenos que constituyen en estas zonas del trópico bajo húmedo, uno de los principales limitantes de la productividad de las plantas.

La distribución horaria tanto de la radiación como de la luz solar, como es lógico es muy similar, teniendo una distribución de tipo campana (figuras 15 y 16). Entre las 10 y 14 horas ocurren los valores más altos de factores agroclimáticos y disminuyen drásticamente en las horas de la mañana y la tarde cuando la nubosidad predomina.



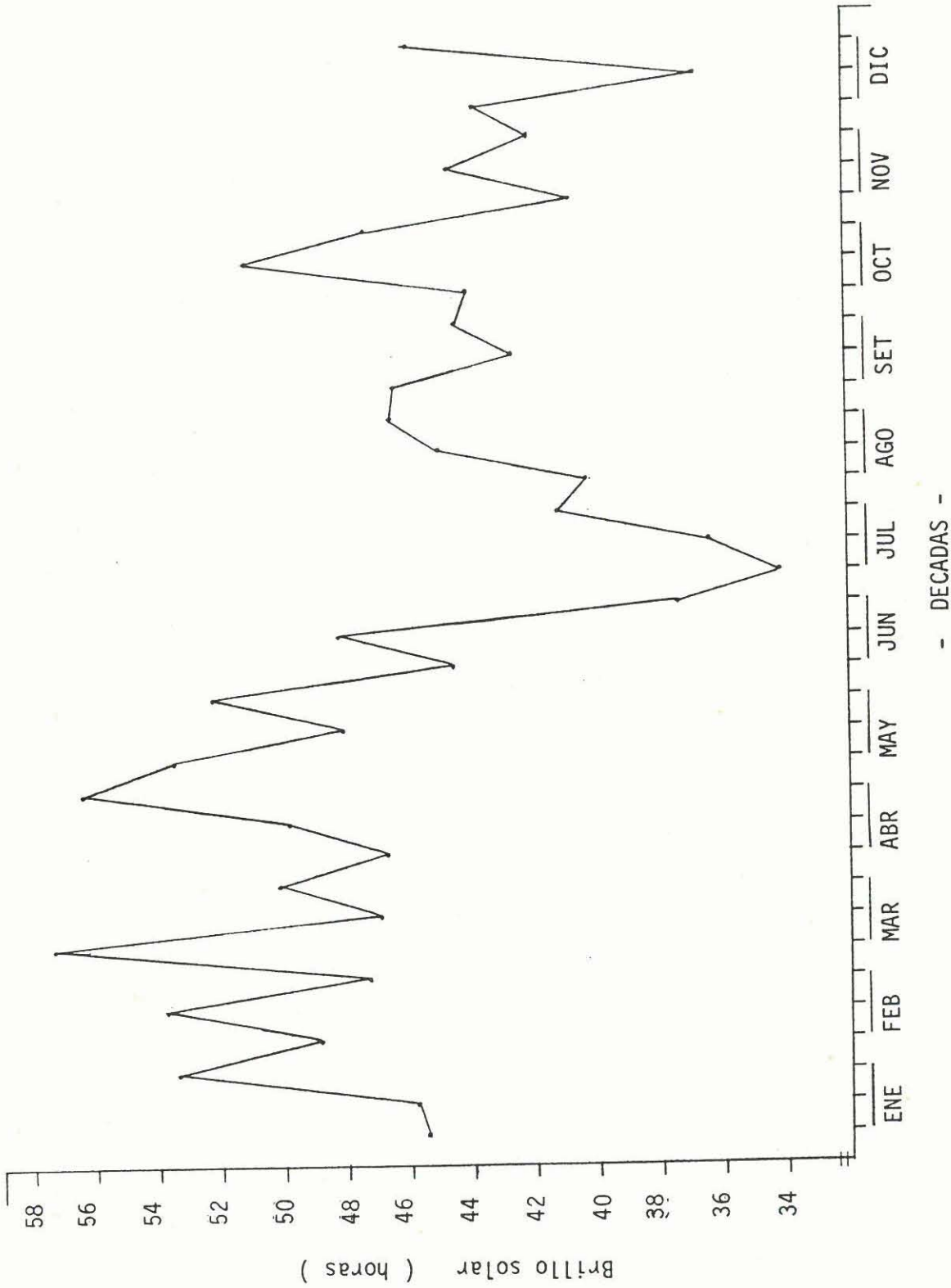


Fig. 12. Distribución por décadas del brillo solar, promedio 1968-1983.

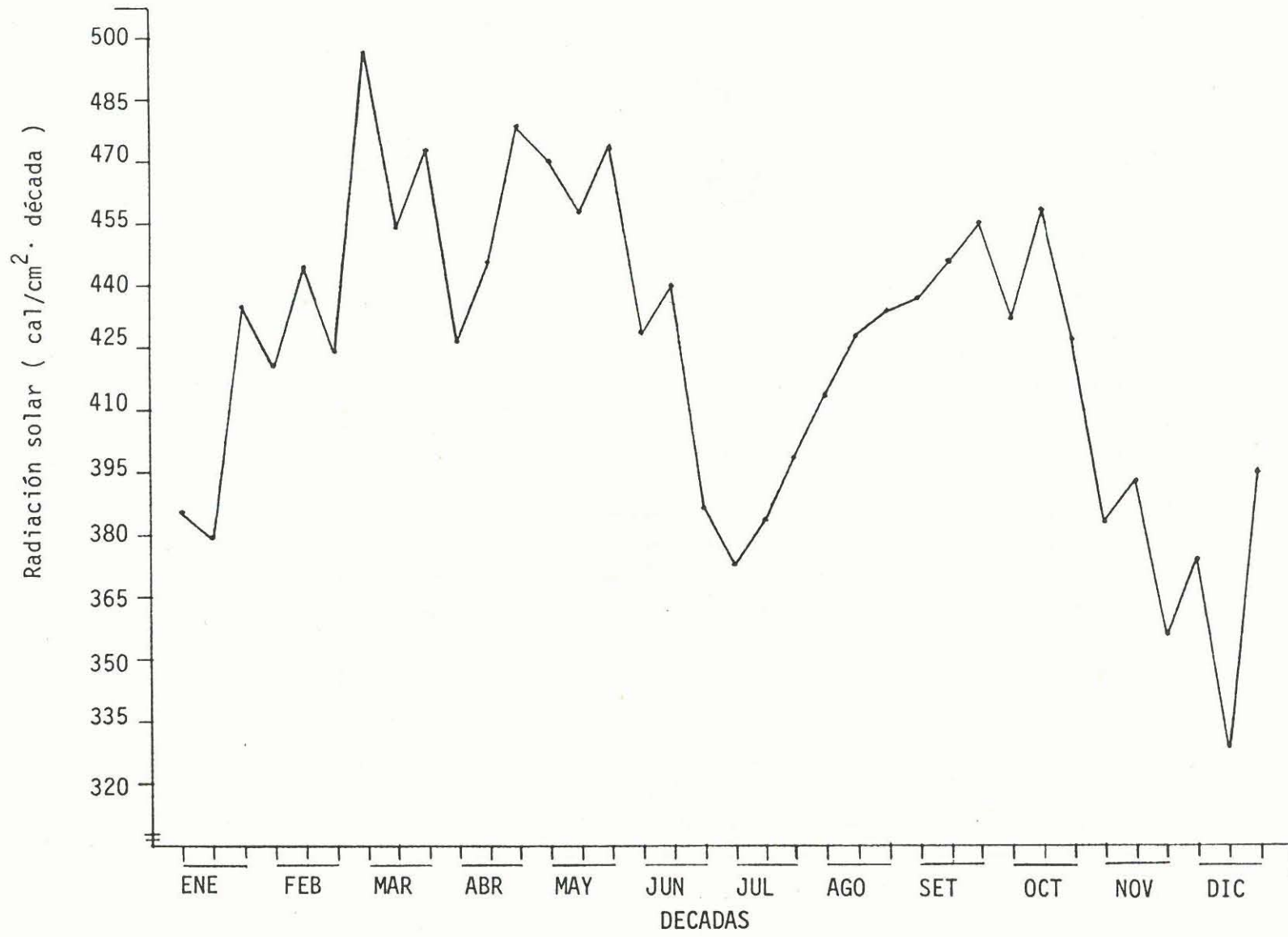


Fig. 13. Distribución por décadas de la radiación solar, promedio 1968-1983.

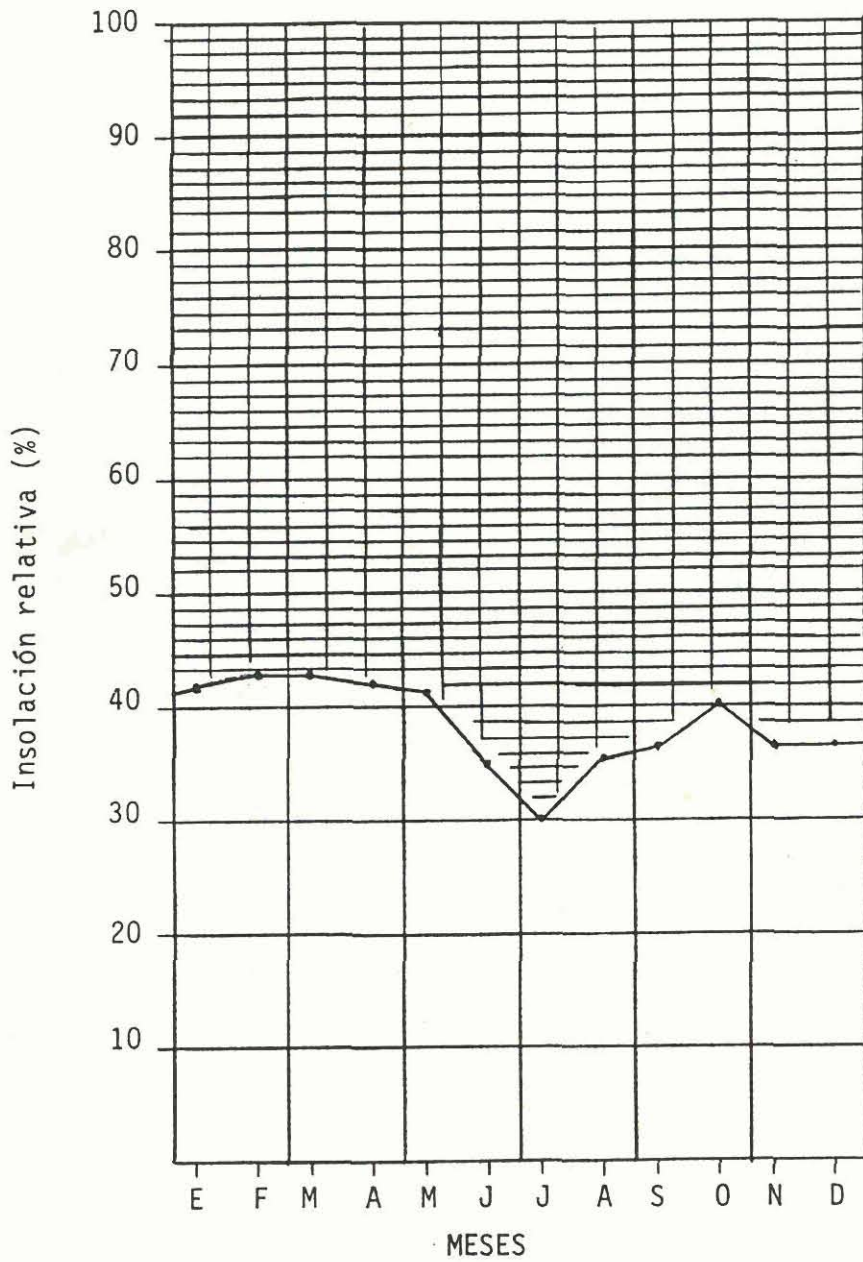


Fig. 14. Insolación relativa (%), promedio 1968-1983.

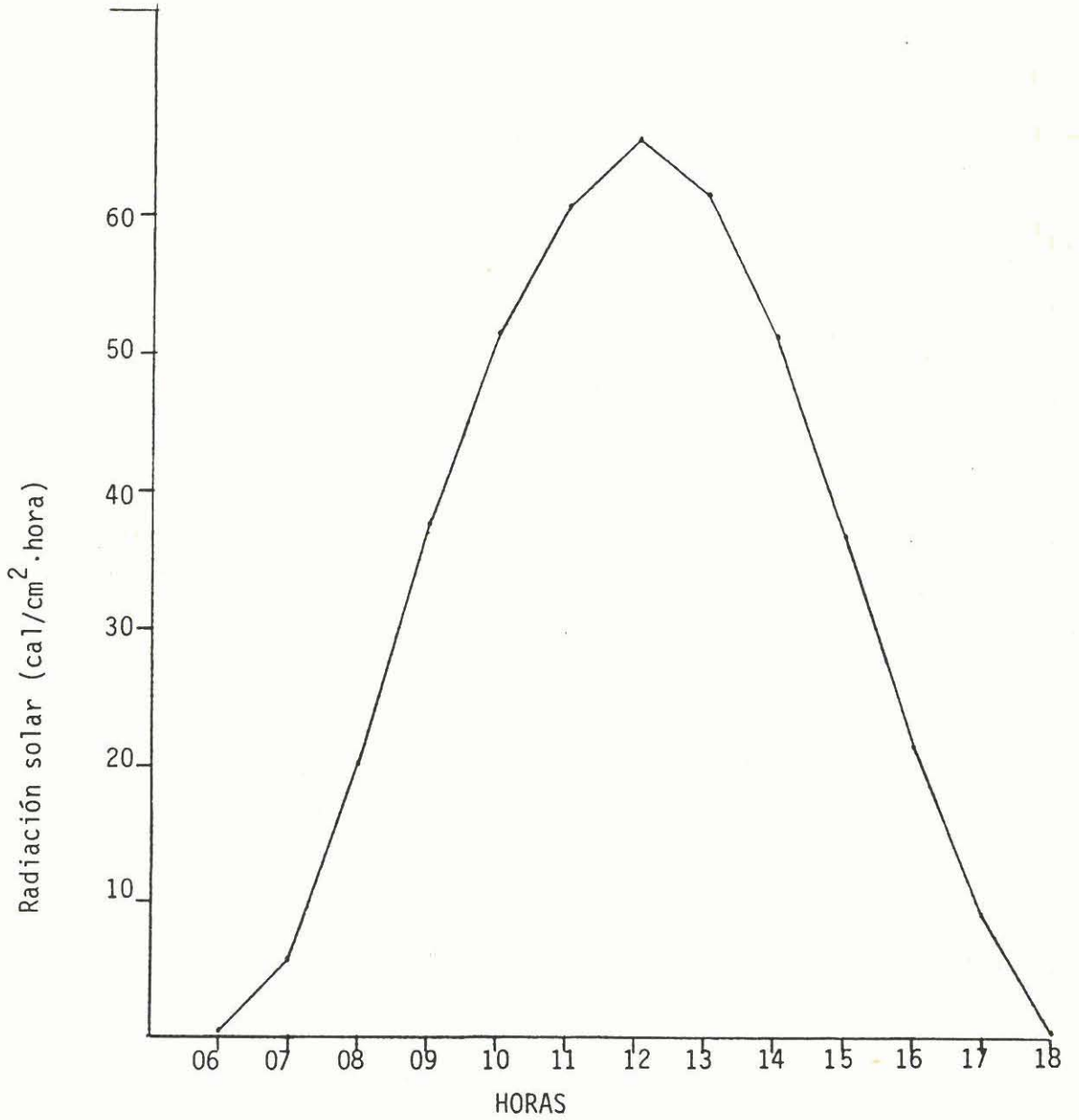


Fig. 15. Distribución horaria de la radiación solar, promedio horario 1968-1983.

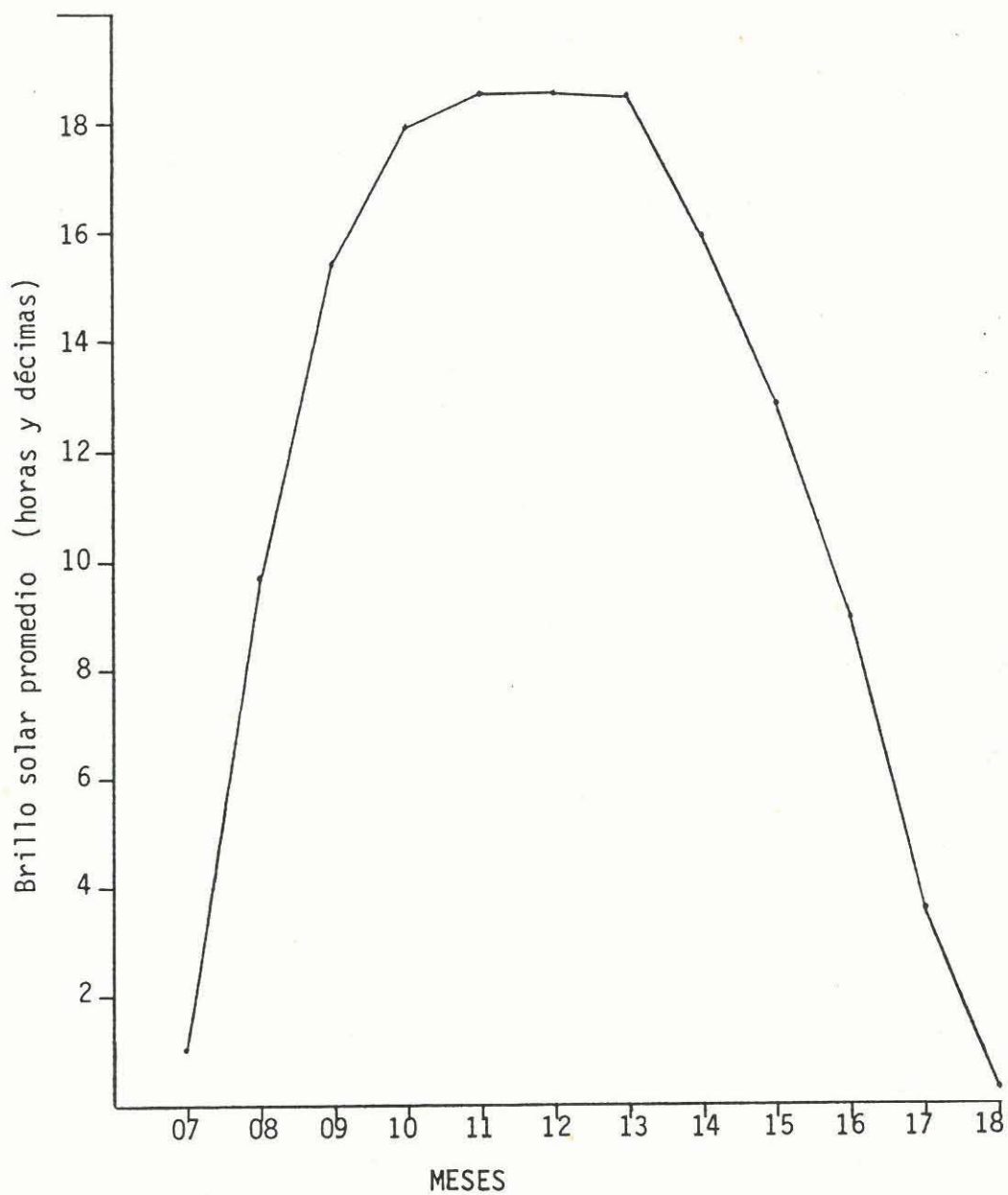


Fig. 16. Distribución horaria del brillo solar, promedio mensual 1968-1983.

### Temperatura del suelo

En muchas ocasiones, la temperatura del suelo es de mayor significado ecológico para la vida vegetal, que la temperatura del aire. Algunos árboles soportan temperaturas del aire de - 25 °C, sin embargo, sus raíces finas sucumben a 13 °C. En los trópicos por ejemplo, una alta temperatura del suelo causa degeneración de los tubérculos de batata (6).

La temperatura del suelo responde más a efectos locales de insolación, topografía y otros efectos semejantes, por lo que puede diferir mucho de la temperatura del aire. La temperatura del suelo, particularmente las extremas, influyen sobre la germinación de las semillas, actividad funcional de las raíces que determina la absorción de agua y nutrimentos, la velocidad y duración del crecimiento de las plantas y en general sobre el rendimiento de las plantas. Estas condiciones son más limitantes en las zonas templadas, aunque en los trópicos también son "fuente de felicidad o desgracia del agricultor" (6).

Para la zona en estudio, la temperatura mínima del suelo desnudo aumenta con la profundidad hasta unos 30 cm, después de esta profundidad los valores son muy semejantes (isotermales), así que la oscilación entre la máxima y la mínima es muy baja (fig. 17). La máxima por el contrario disminuye con la profundidad; a 2 cm la oscilación promedio es de cerca de 15 °C. La distribución mensual de la temperatura del suelo (figuras 18 y

19) es similar a la de la radiación solar; en marzo y abril se obtienen los valores más altos, cerca de 34 °C en promedio, aunque es común que ocurran máximas absolutas de más de 40 °C, mientras que en diciembre y enero ocurren las temperaturas máximas y mínimas más bajas. En concordancia también con la radiación, en julio se produce un descenso de la temperatura del suelo.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, las temperaturas máximas son más limitantes en esta zona que las mínimas, su efecto es más importante en la germinación de las semillas.

También es importante destacar la mayor oscilación térmica del suelo en relación a la del aire, lo que indica la importancia de conocer este factor para buscar una mejor adecuación de los cultivos a las variaciones espaciales y temporales del mismo ó formas de modificarlo como por ejemplo el uso de coberturas.

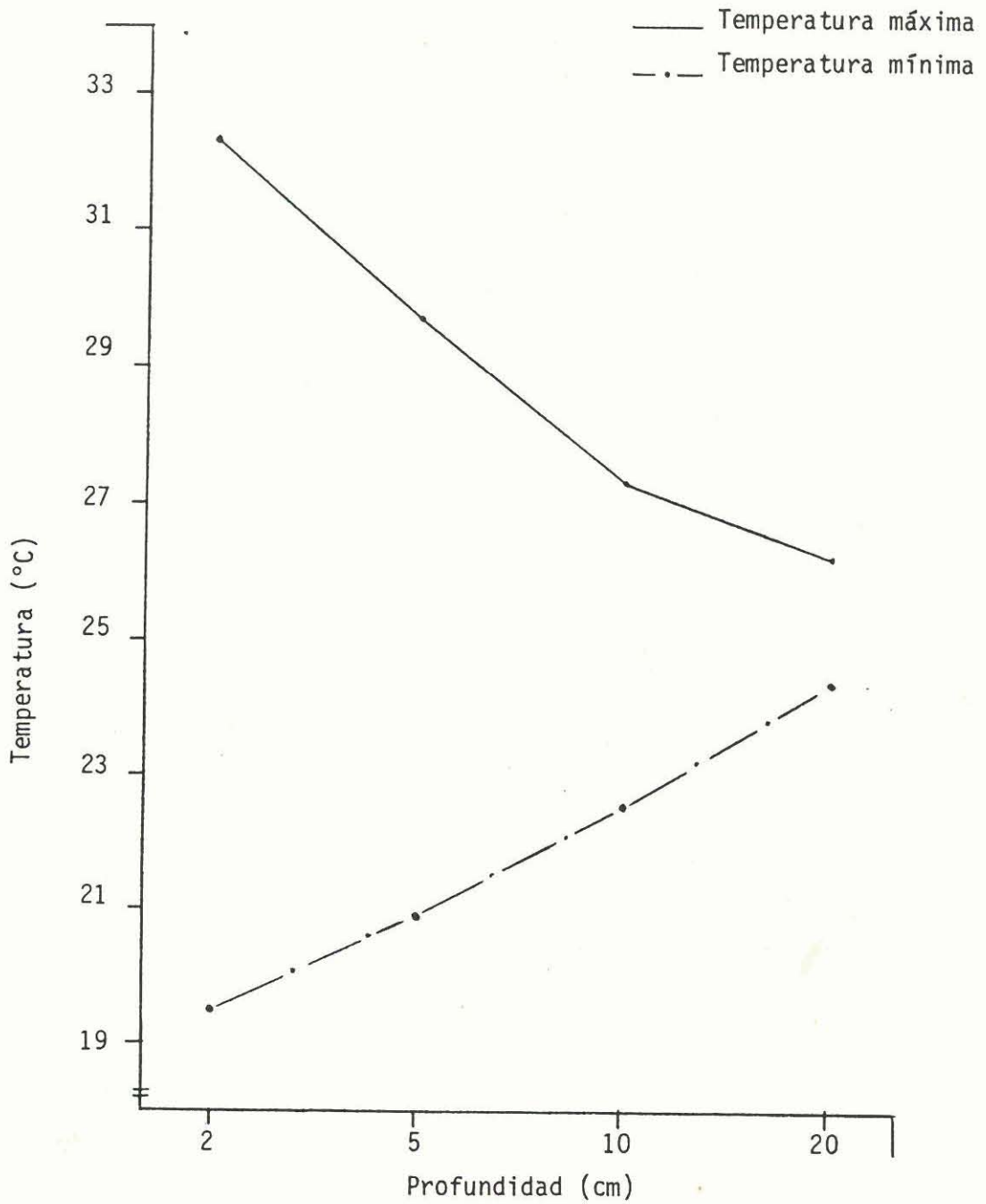


Fig. 17. Temperaturas extremas del suelo, promedio 1968-1983.



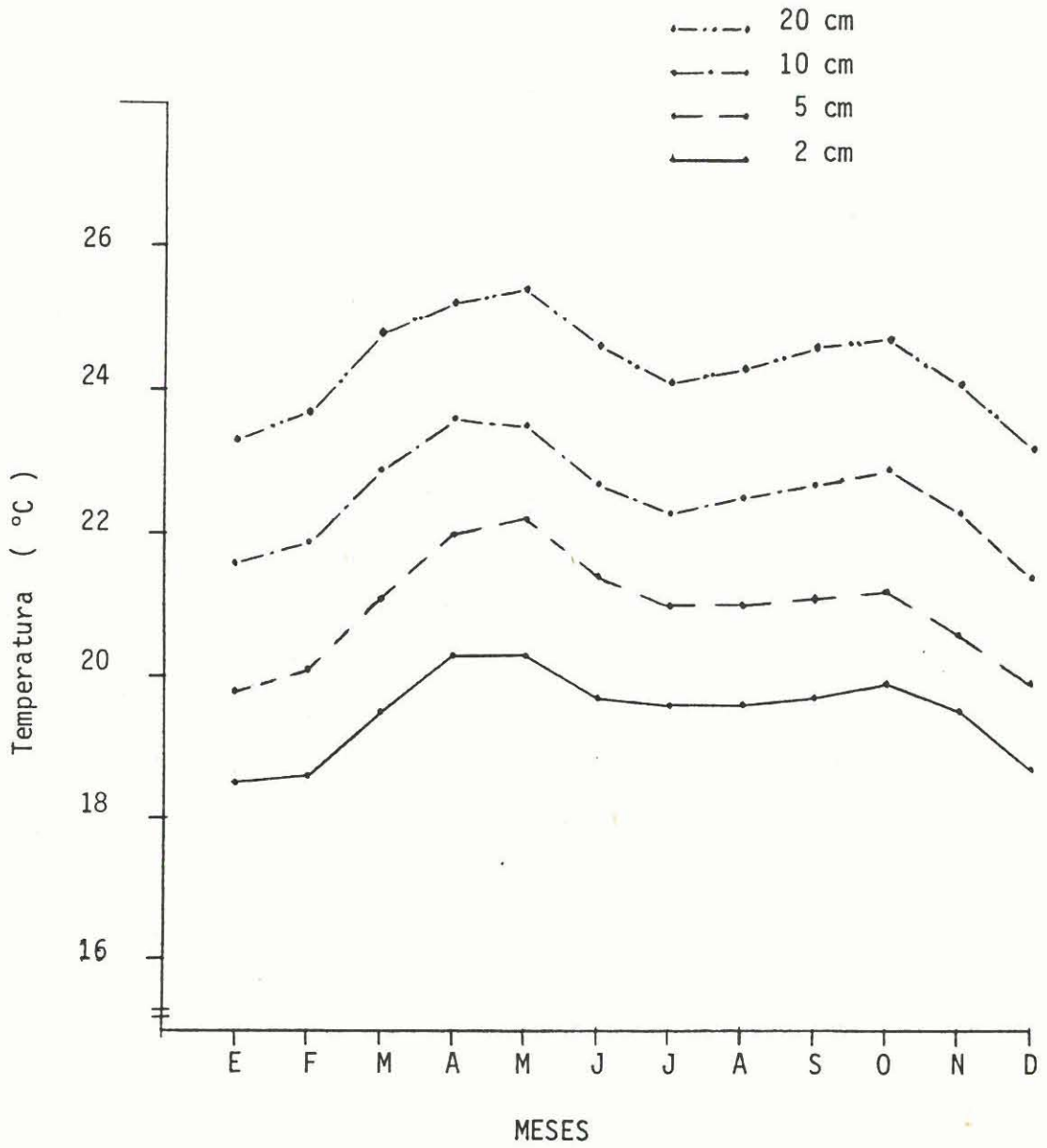


Fig. 18. Temperatura mínima del suelo a diferentes profundidades, promedio 1968-1983.

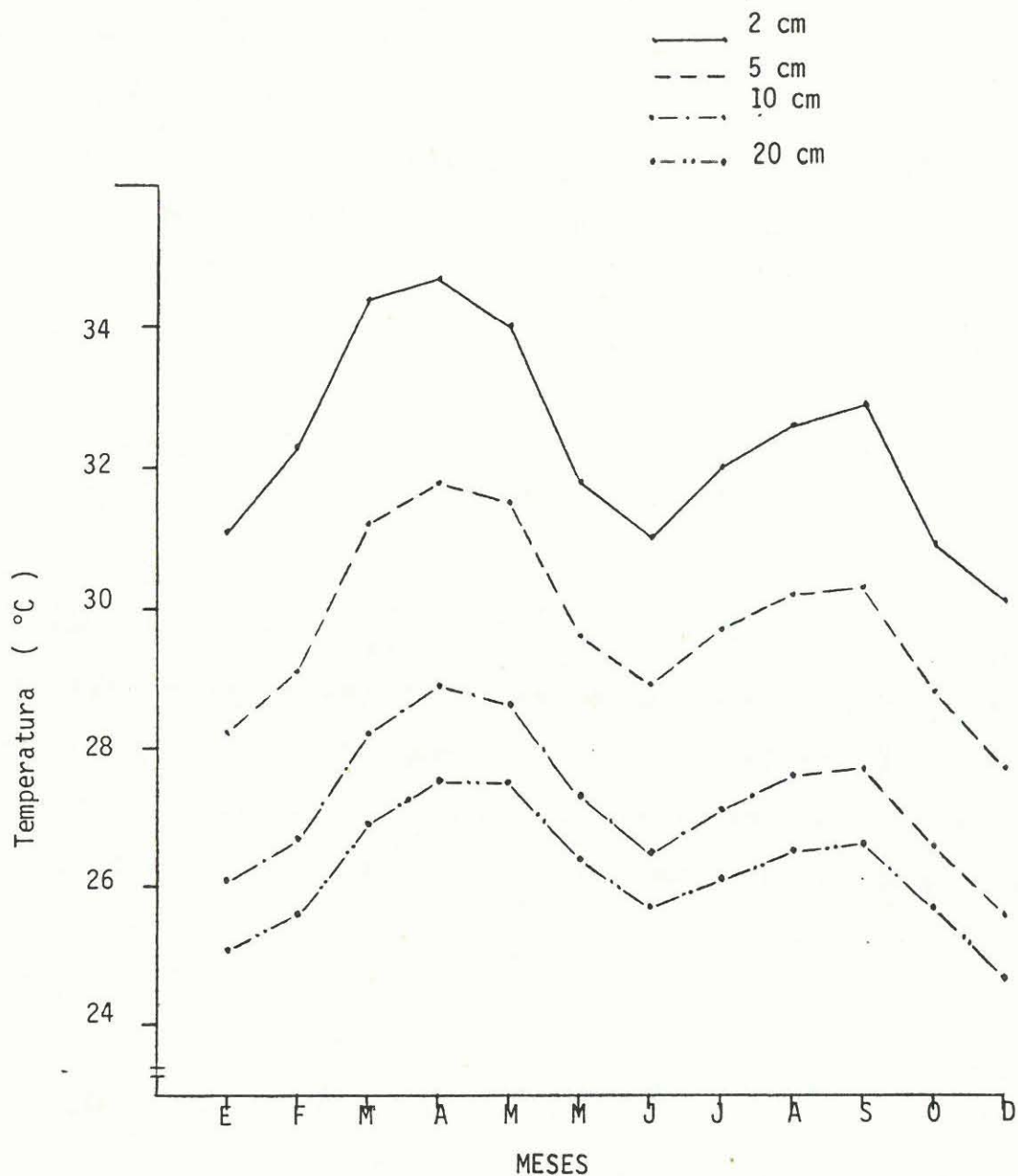


Fig. 19. Temperatura máxima del suelo a diferentes profundidades, promedio 1968-1983.

## Viento

Generalmente, el movimiento del aire es favorable para evitar concentraciones de calor en la superficie de las hojas, contribuye a la evapotranspiración y la distribución del  $\text{CO}_2$  y es agente transportador de polen y semillas, pero también el viento es empleado por los gérmenes y plagas y al aumentar su velocidad puede aumentar la evaporación al grado de afectar las reservas de agua y ocasionar caída de hojas, flores y frutos, así como causar daños severos a la superficie y foliar con los consecuentes efectos sobre la fotosíntesis (5).

El viento en Turrialba presenta dos patrones bastante definidos: de las 09 hasta las 19 horas aproximadamente, el viento dominante es el del noreste que asciende hacia el valle; durante parte de la noche y primeras horas de la mañana el viento del sureste que desciende de los cerros Talamanca es el más común (figuras 20 y 21).

Debido a que la región se encuentra en un valle protegido, los vientos fuertes son poco frecuentes. La mayoría de los días ventosos ocurren en días claros en las primeras horas de la tarde, cuando el fenómeno de convección es más frecuente. Aunque algunas veces ráfagas pueden alcanzar velocidades mayores de 40 km/hora, la velocidad promedio durante el día es de 12 km/horas y durante la noche de 4 km/hora. Así en general, el viento no es un factor muy limitante para la producción agrícola en esta zona, excepto cuando ocurren ráfagas.

- Dirección dominante
- - -→ Dirección frecuente
- . -→ Dirección ocasional

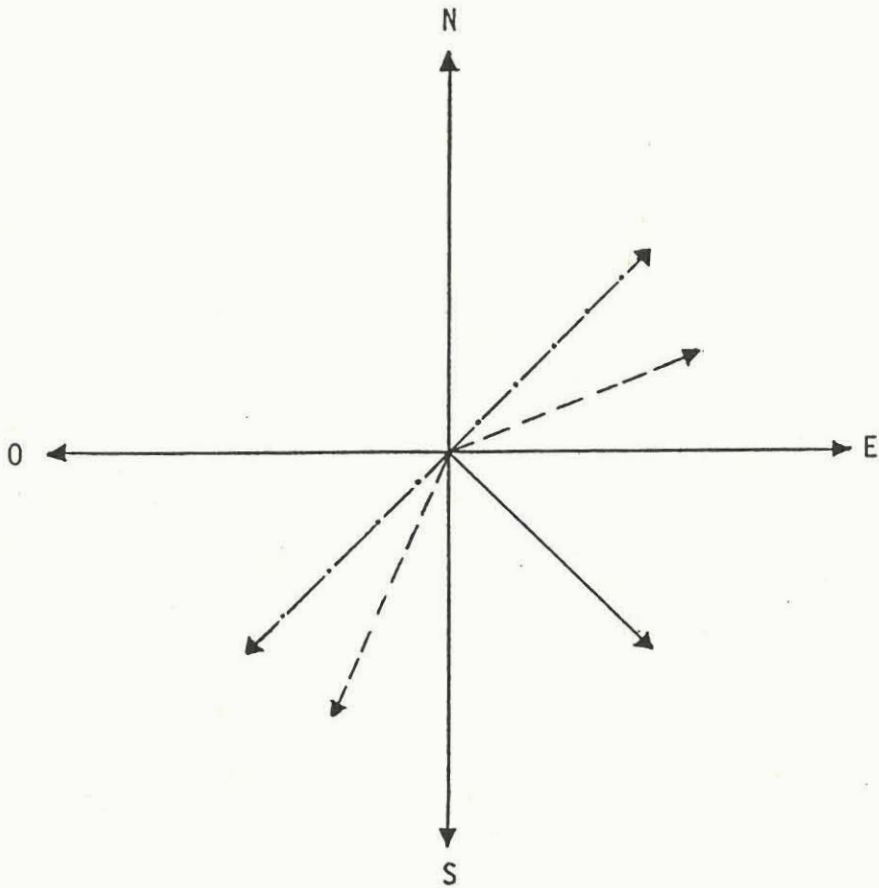


Fig. 21: Dirección del viento de las 19-09 horas  
velocidad promedio: 4 km / hora.

### Conclusiones

La caracterización agroclimática de una zona es fundamental en la producción agrícola, ya que nos da la base para la planificación de los sistemas de cultivo y de las especies de mejor u óptimo rendimiento.

Por otra parte, el análisis de la distribución cronológica nos da los elementos necesarios para preveer posibles condiciones adversas que se puedan presentar, como excesos o deficiencias de agua, temperaturas limitantes, condiciones de humedad favorables o no, necesidad de barreras protectoras contra el viento, mejoramiento del suelo para un óptimo aprovechamiento de la radiación, etc. Todo esto nos lleva a comprender el papel fundamental que la climatología y la meteorología agrícola desempeñan en la producción y la productividad.

En la zona caracterizada se puede concluir que el factor más limitante, el exceso de agua que se tiene durante el 90% del año lo ocasiona problemas de drenaje, patógenos, dificultad de realizar algunas labores agrícolas y de poder cosechar adecuadamente los productos, sin embargo, hay que recalcar que ningún factor agroclimático actúa independientemente, sino que cada condición atmosférica está condicionada por la mayoría de ellos.

Parte de las actividades futuras en agroclimatología deben

estar centradas en la búsqueda de un mejoramiento en la calidad y cantidad de equipo e información climática, basado en determinaciones más apegadas al clima de las plantas y los animales.

LITERATURA CITADA

1. BAZAN, R. El suelo y su estudio desde el punto de vista ecológico. In. Seminario para profesores de ecología de las Facultades de Agronomía de Centro América, México y el Caribe. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 12 p.
2. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Agroambiente. Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza N° 13, 1982. 288 p.
3. FRERE, M., REA, J. y RIJKS, J. Estudio agroclimático de zona andina. Roma, Proyecto Interinstitucional FAO/UNESCO/OMM, 1975. 375 p.
4. GUZMAN, G. y BEJARANO, W. Caracterización climática de Progreso, Barú, Chiriquí, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 10 p.
5. \_\_\_\_\_. Los recursos naturales y la producción. In. Curso de Investigación y Desarrollo de Tecnología para Sistemas de Producción de Cultivos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 9 p.
6. MOTA, F. S. Meteorología Agrícola. Sao Paulo, Brasil, Nobel, 1976. 359 p.
7. OLDEMAN, L. R. y FRERE, M. A study of the agroclimatology of the humid tropic of southeast Asia. Rome, Technical report FAO/UNESCO/WMO, 1982. 299 p.