AGROCLIMATOLOGÍA DEL TRÓPICO HÚMEDO DE AMÉRICA DEL SUR: UNA VISIÓN GENERAL

José Marengo[1]

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la situación de la Agroclimatología del Trópico Húmedo Sudamericano. Se estudian los aspectos del clima, suelo, vegetación en los diferentes países de la región, además se muestra la realidad de estudios agroclimáticos y se discuten los mismos. Se presentan además algunos criterios para la delimitación del trópico húmedo, en lo referido a las tierras bajas. Algunas de estas apreciaciones fueron extraídas del Primer Cursillo Regional de Agrometeorología Operativa, referido a la Encuesta Agrometeorológica de las Tierras Bajas del Trópico Húmedo de Sudamérica, celebrado en Lima, en noviembre de 1985.

SUMMARY

In this paper, we analized the situation over Agroclimatology in Humid Tropics in South America. We studie the aspects related with climate, soil and vegetation in the countries of the region, moreover the reality of agroctimatological studies. We discused some results and show them here. We present criterios for the delimitation of the Humid Tropics with emphasis in the lowlands. Some of this appreciations were extracted from the 1ºth. Regional Course on Operative Agrometeorology, related to Agrometeorological survey of the lowlands in the Humid Tropics in South America, joined in Lima, on November 1985.

INTRODUCCION

En el presente trabajo, elaborado a manera de informe, se muestra una visión general de la Agroclimatologìa del Trópico Húmedo Sudamericano, con énfasis en las tierras bajas. Se discute, además de las características generales de suelo, clima y vegetación, los problemas que existen tanto a nivel de delimitación de esta región, así como los criterios y métodos empleados en los estudios climáticos y agroclimáticos en los países de la región; criterios que por lo general son distintos y hacen imposible o muy difícil cualquier integración posterior para fines de evaluación impacto de climaagricultura. Un ejemplo de estos estudios agroclimáticos generales fue el realizado por Oldemán y Freré en 1982, en la zona del Trópico Húmedo del Sud Este Asiático, trabajo realizado en conjunto por la FAO, UNESCO y la WMO.

Se hace mención, además de los aspectos globales, algunos aspectos específicos del clima regional, en especial lo relacionado con evapotranspiración y balance hídrico, así como las anomalías climáticas. Se menciona también la situación agroclimática regional, algunas consideraciones sobre estudios realizados en esta zona y otros aspectos de la problemática. Algunas de estas apreciaciones fueron parte de los temas tratados y discutidos en el Primer Cursillo Regional de Agrometeorología Operativa, con referencia a la Encuesta Agrometeorológica de las Tierras Bajas del Trópico Húmedo Sudamericano, realizado en Lima en noviembre de 1985 y bajo los auspicios del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y los organismos internacionales de las Naciones Unidas: OMM, FAO, UNESCO, PNUMA.

Aspectos a Tratar

[1] Ing. Meteorólogo. Departarnento de Física y Meteorología. Universidad Nacional Agraria La -Molina. 1986.

Se pretende analizar y evaluar los siguientes aspectos generales:

a) Características generales del Trópico Húmedo Sudamericano.

b) Mostrar la realidad de los estudios agroclimáticos en la región.

C) Señalar los criterios para la delimitación de las tierras bajas del trópico sudamericano.

d) Analizar la problemática agroclimática en la región.

e) Dar recomendaciones al respecto.

El desarrollo de estos temas involucrará en cierta forma una revisión de los principales trabajos efectuados en la región y hacer mención a las recomendaciones y propuestas de los representantes de cada país en la reunión en Lima 1985.

Características Generales del Trópico Húmedo Sudamericano

El trópico Húmedo Mundial se extiende en una gran área adyacente a la línea ecuatorial (Fig.l). Esta gran área contiene un estimado de 1 billón de hectáreas potencialmente arables, o sea un tercio del total mundial, siendo actualmente cultivada menos de una mitad. El término húmedo se le aplica por sus altas precipitaciones pluviales que sobrepasan los 1500 mm/año. Thorne y Thorne (1979), señalan con referencia a Sudamérica que los trópicos húmedos abarcan cerca de 780 millones de hectáreas, que es más del 50 % del área total del trópico mundial. Las condiciones de clima y suelo son especiales y pueden llegar a tener un efecto notable en la agricultura tropical.

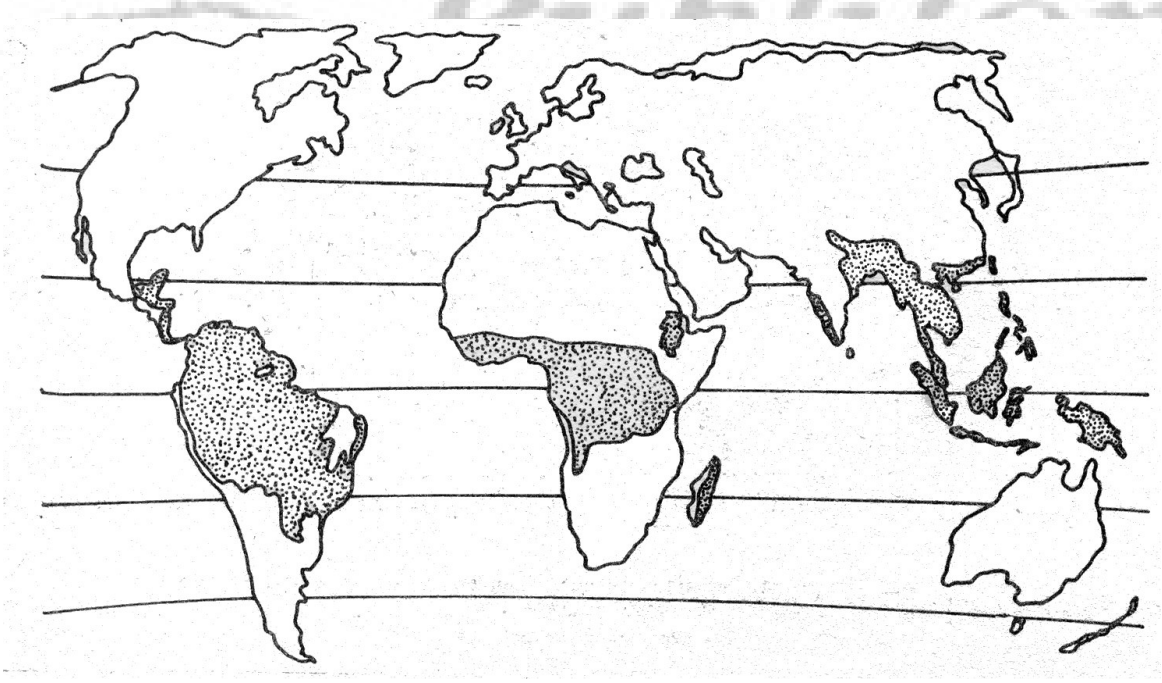
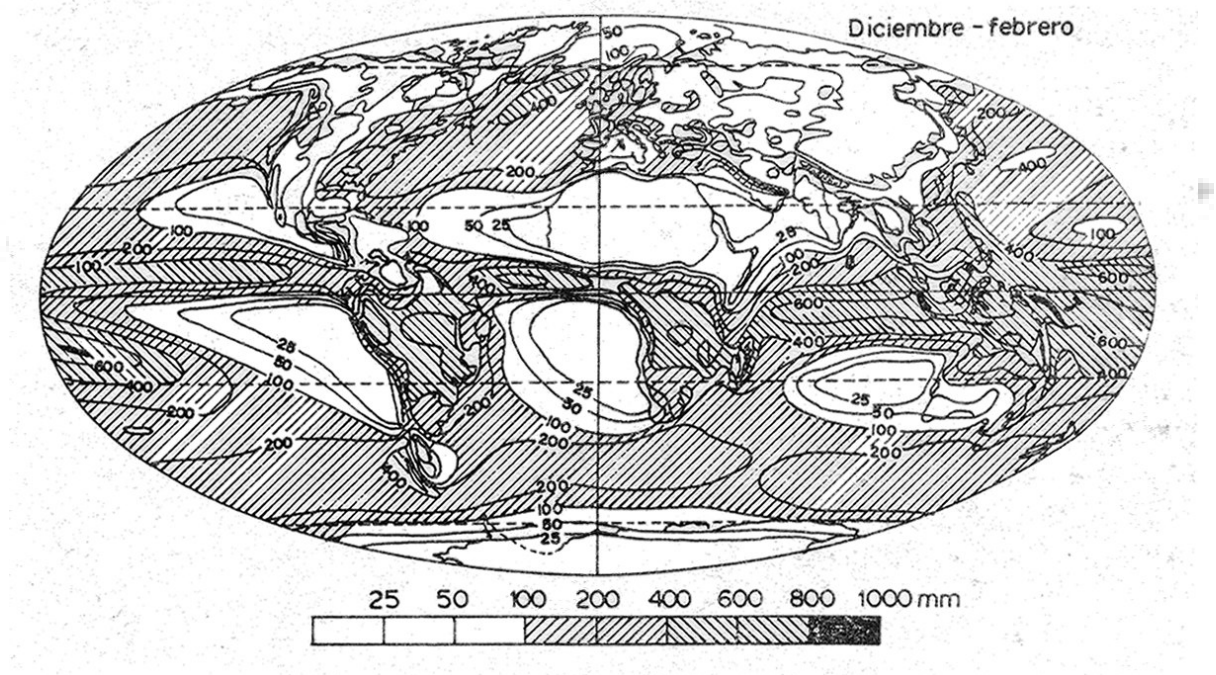


FIG 1.- MAPA DE DISTRIBUCION MUNDIAL DE LOS TROPICOS (THORNE Y THORNE, 1979)

a) Clima:

El régimen de precipitación en esta región muestra precipitaciones mayores de 1500 mm/año (Fig.2), distribuidas de tal forma que no hay un periodo seco extenso y casi ningún mes con precipitaciones menores de 50 mm. Generalmente no se sufre de limitaciones por falta de agua, pero sí a veces por exceso; "la precipitación por lo general supera a la evapotranspiración potencial, salvo algunos casos en el tiempo de menor precipitación (junio -agosto). La figura 3, muestra los climogramas de Balance Hídrico para estaciones ubicadas en la Selva Baja del Perú, entre 0º y 10º de latitud sur; en ellas se aprecia que la precipitación supera a la evapotranspiración, notándose que en algunos meses y lugares sucede lo contrario, pero en baja proporción y siendo equilibrados por el agua almacenada en el suelo.

En lo referido a temperatura, la variación anual entre los meses más calientes y los más fríos no supera los 50ºC, siendo la temperatura media mayor de 24ºC, con máximas medias entre 28 y 30ºC y mínimas entre 17 y 20ºC. La variación altitudinal es aproximadamente de 0.6ºC por 100 m de elevación. Los periodos fríos se reducen a pocos días durante la estación invernal, en la que olas de frío procedentes de las zonas subsolares del sur penetran en la zona tropical y producen descensos bruscos de la temperatura, presentándose casos de heladas por advección. El siguiente cuadro, presentado por Sánchez (1981) muestra la variación latitudinal de la temperatura en latitudes tropicales:



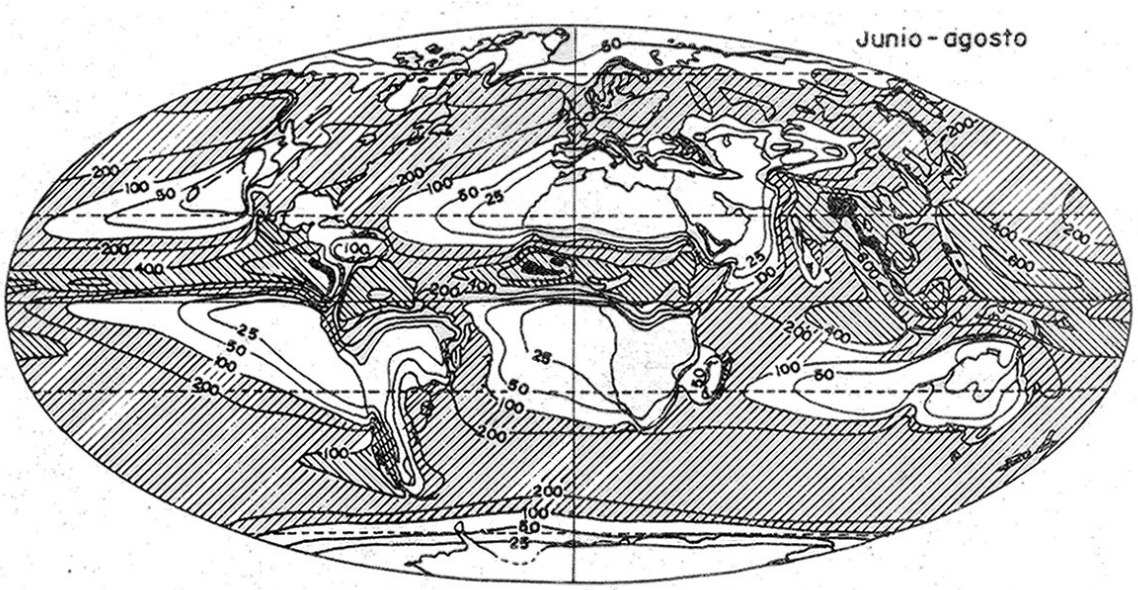


FIG 2.- PRECIPITACION TOTAL MEDIA (EN MILIMETROS) EN LOS PERIODOS DICIEMBRE – FEBRERO Y JUNIO – AGOSTO. (BARRY. CHARLEY, 1972)

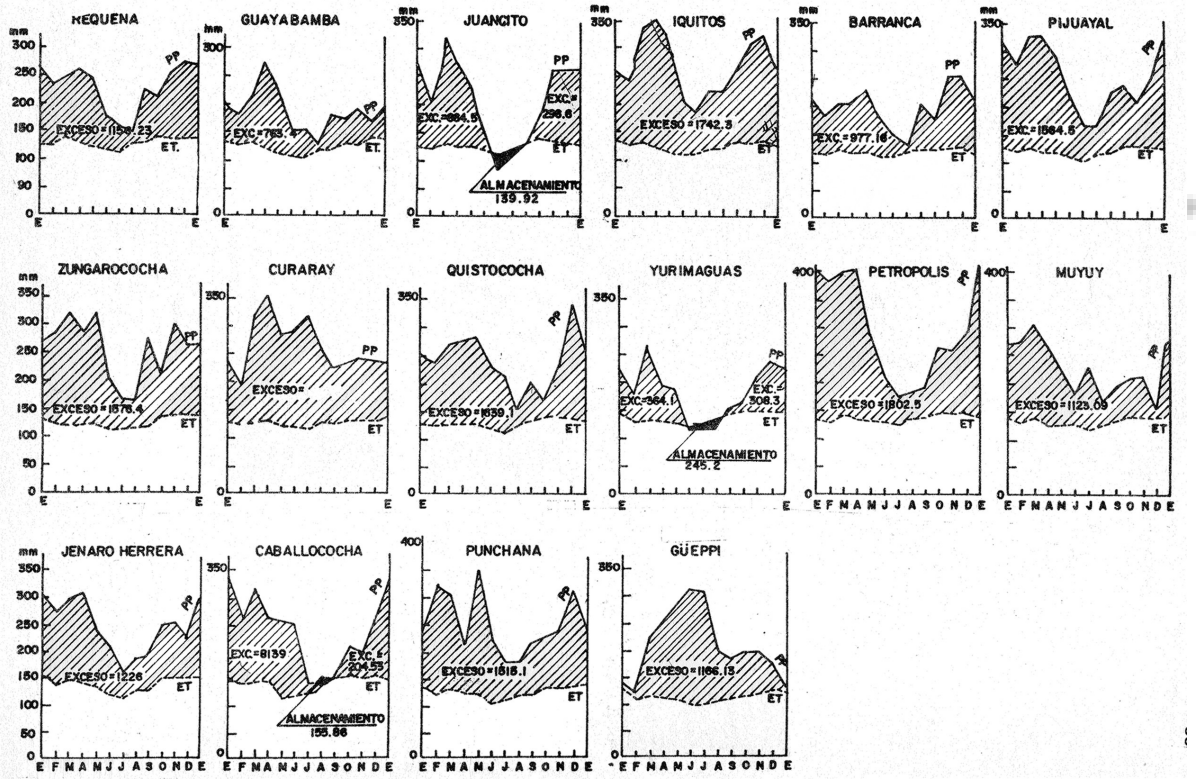


FIG 3.- CLIMOGRAMAS DE BALANCE HIDRICO EN ESTACIONES DE LA SELVA BAJA DEL PERU. (MARENGO, 1983)

La duración del día (horas de luz) presenta una variación anual pequeña, siendo la correlación entre horas de luz y radiación solar bastante baja. El promedio de radiación solar es de 400 Cal/cm^2 día en los trópicos, siendo poco variable en el año y afectada en gran forma por el año de lluvias. En el siguiente cuadro se presentan valores estimados de radiación solar en estaciones seleccionadas del trópico sudamericano, estimadas por medio de la relación de Angstrom (Marengo, 1983). En regiones áridas y subtropicales se espera una mayor variabilidad anual, con valores más altos en verano pero más bajos en invierno. En lo referente a evapotranspiración potencial la Figura 4 muestra la distribución horizontal de la evapotranspiración (según Penman), apreciándose que en la zona tropical, parte húmeda, hay una distribución regular de esta cantidad, entre 1000 y 200 mm/año (Marengo, 1985).

CUADRO No. 1
VARIACION DE LA TEMPERATURA EN MESES MAS REPRESENTATIVOS DE VERANO E INVIERNO (A NIVEL DEL MAR)

Latitud	Enero	Julio	Media Anual
20ºN	22	28	26
15ºN	24	28	26
10ºN	26	27	26
5ºN	26	24	26
0	26	25	26
5ºS	26	25	26
10ºS	26	24	25
15ºS	26	23	24
20ºS	25	20	23

(Las unidades están en ºC)

CUADRO No. 2

VALORES ESTIMADOS DE LA RADIACION SOLAR Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN ESTACIONES DEL TROPICO HUMEDO SUDAMERICANO (MARENGO, 1983; NOE Y CARDOSO, 1979)

Lugar	País	Rad. Solar (cal./cam2 día)	Evapot. (mm/año)
Iquitos	Perú	381,10	1040,50
Coarí	Brasil	401,80	1087,40
Humaitá	Brasil	3.894	1090,80
Manaus	Brasil	398,80	1051,20
San Carlos de Río Negro	Venezuela	396,50	1065,60
Tiputini9	Ecuador	359,90	1032,90

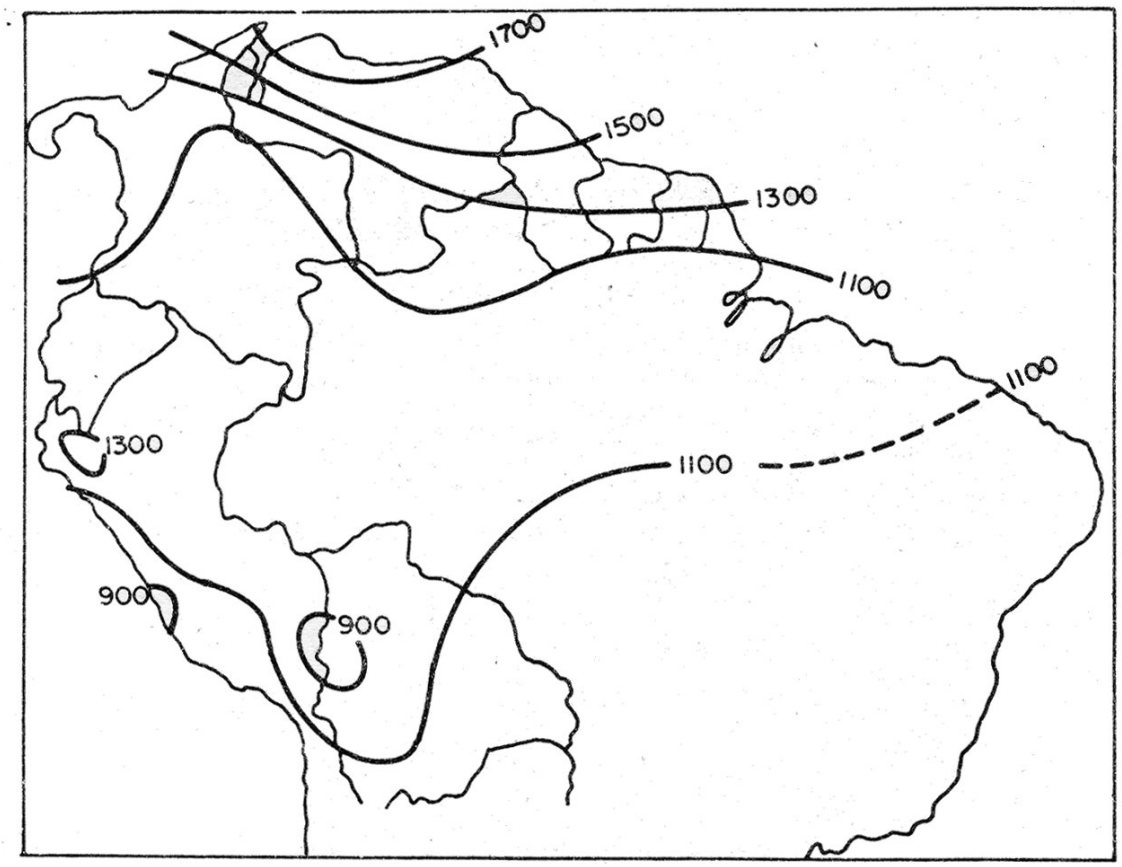


FIG 4.- DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (S. PENMAN) EN EL TROPICO SUDAMERICANO. (MARENGO, 1985)

La Humedad Ambiental es alta, los vientos son de componente variable entre el Norte, Este y Sur, algunas veces al año. La evapotranspiración potencial depende más de la radiación solar que del factor aerodinámico.

b) Suelo:

En el trópico Sudamericano la geología está influenciada grandemente por los sistemas orográficos de] Brasil y por las cuencas hidrográficas del Amazonas, Paraná y Orinoco. Según Sánchez (1981) dos son los principales órdenes de suelos: Oxisoles y Ultisoles; según la clasificación del Sistema Cualitativo de Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos. Estos suelos se caracterizan por ser extremadamente lavados, ácidos e infértiles.

Los oxisoles son por lo general profundos y bien drenados, con propiedades uniformes en su profundidad, baja fertilidad y un color rojo amarillento. Sus propiedades son excelentes si se cultivan inmediatamente después de la lluvia, su estructura permite una rápida infiltración; por consiguiente la erosión de estos suelos no es rápida, excepto periodos de lluvia muy intensa.

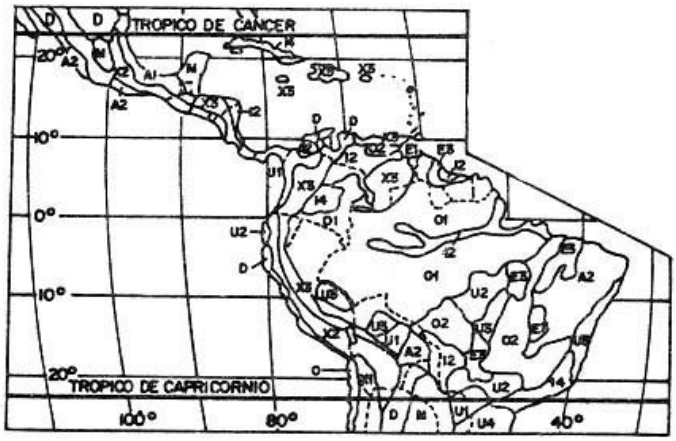
Los ultisoles dominan en la cuenca amazónica (Fig. 5), son profundos y sus propiedades no son uniformes con la profundidad, son bajos en saturación de bases y tienen relativamente baja fertilidad y son de color rojo amarillento. Los ultisoles tienen textura gruesa en la superficie y permeabilidad menor que los oxisoles. Estos suelos son los más abundantes en el trópico mundial y americano con

22.5 y 43.3 % respectivamente. Se puede encontrar también mezclas de oxisoles y ultisoles así como inceptisoles, alfisoles y entisoles; dependiendo esto del material parental.

Según el mapa de la Figura 5 los oxisoles cubren el 45 % del área de América Tropical, seguido por ultisoles con el 19 %, alfisoles con 12 %, entisoles e inceptisoles con 8 %, molisoles con el 4 % y aridisoles con el 2 % y otros tipos con 1 %. Los suelos dominantes en la región amazónica están clasificados como oxisoles amarillos; aunque recientemente se ha visto que los ultisoles más que los oxisoles predominan en la amazonía, especialmente en las partes inferiores de Ecuador, Guyana y Brasil.

Fig. 5.- SUELOS DE LOS TROPICOS HUMEDOS DE AMERICA DEL SUR

(SANCHEZ , 1981)



OXISOLES	O1 Orthox O2 Ustox	ENTISOLES	E1 Aquerts E2 Orthens E3 Psamments
ARIDISOLES	D All		
		VERTISOLES	V2 Usterts
ALFISOLES	A1 Udalf A2 Ustalf		
		MOLISOLES	M3 Rendolls M5 Ustolls
ULTISOLES	U1 Aquults U2 Ustults U3 Udults U4 Humults	AREAS MONTAÑOSAS	X1 Arídico (x8) X2 Ustico (x4, x7) X3 Udico (x3)
INCEPTISOLES	12 Aquepts 14 Tropepts		

Escala aproximada a lo largo del Ecuador
1 : 47'000,000
0 500 1000 1500 Km

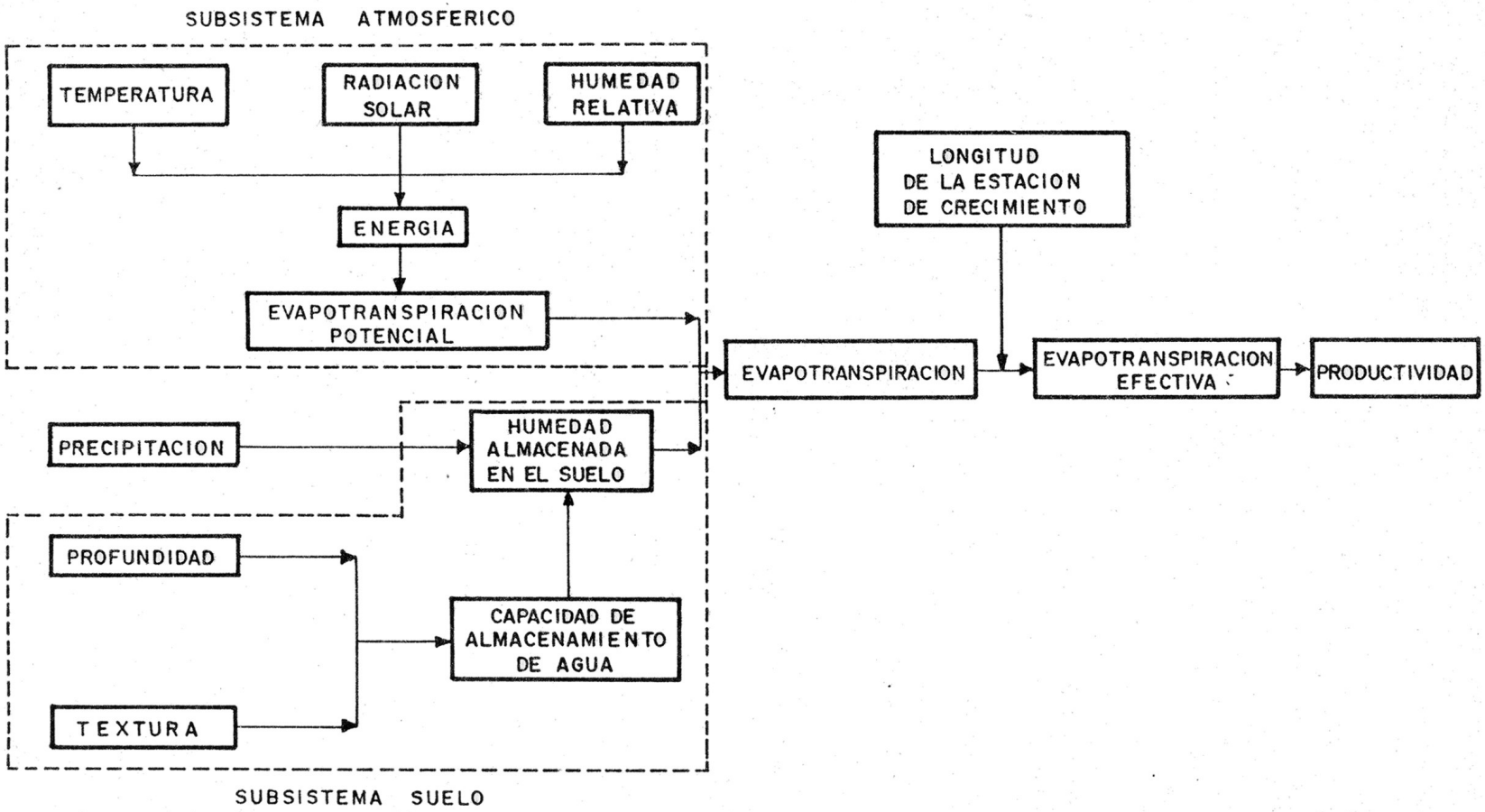


FIG. 6.- IMPACTO DEL CLIMA Y EL SUELO EN LA PRODUCTIVIDAD VEGETAL (SANTER, 1985)

Debido a que la mayor proporción de tierras vírgenes se encuentran en el trópico húmedo de América, del Sur, convendría tal vez analizar el potencial agropecuario de sus suelos (Cuadro 3), mencionando que la información al respecto es pobre.

Nelson (1975) señala al respecto que el 34% de los suelos de la amazonía y la orinoquía son cultivables de una forma u otra, y que al menos otro 32 % es apto para praderas y cultivos permanentes. Según él, los suelos aluviales y de secano altos son aceptablemente fértiles` y constituyen el 4 % del trópico Húmedo Sudamericano.

Zamora (1971) sostiene que el Perú posee el 1 % de suelos con aptitudes agrícolas en la amazonía baja y 3 a 4 % en la amazonía parte alta. Dourojeanni (1982) menciona a su vez al Proyecto RADAMBRASIL y a los estudios de la Empresa Brasileña de Investigaciones Agrícolas EMBRAPA, que demuestran que el 85 % de los suelos de la amazonía son latosoles fácilmente lixiviados, de baja fertilidad natural, alta acidez y de poca profundidad.

Realidad de Estudios Agroclimáticos en la Región

Los estudios agroclimáticos en la zona del trópico húmedo de Sudamérica deberían ser realizados por Grupos Nacionales de trabajo, a nivel nacional en cada país, deben involucrar Servicios Meteorológicos, Ministerios o Secretarías de Agricultura, Institutos de Investigación Agrícola o Agropecuaria, Universidades y Oficinas de Estadística, entre otros; se debe observar que dichos estudios serán finalmente parte de un todo de carácter regional. Se debe incidir en la Agroclimatología de cultivos tropicales, recordando que el objetivo final será la evaluación del impacto del clima en la productividad agrícola, en otras palabras la biomasa vegetal (Fig. 6), esta productividad será producto de la interacción clima –suelo -vegetación, lo cual será analizado en el tiempo y espacio.

Publifor

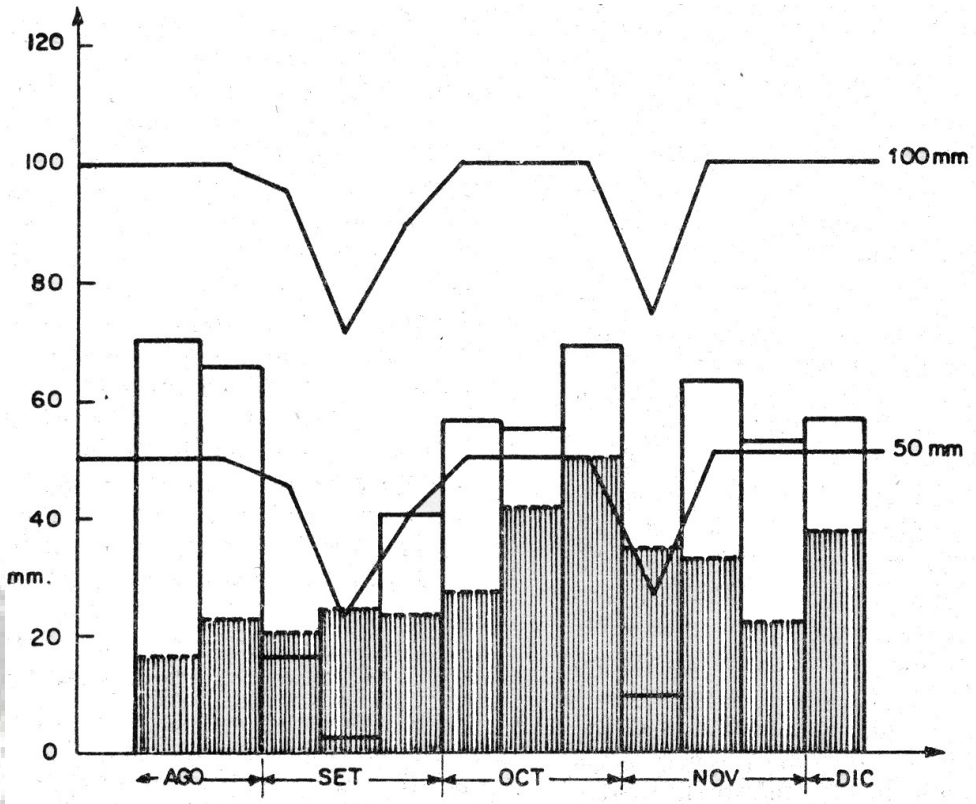
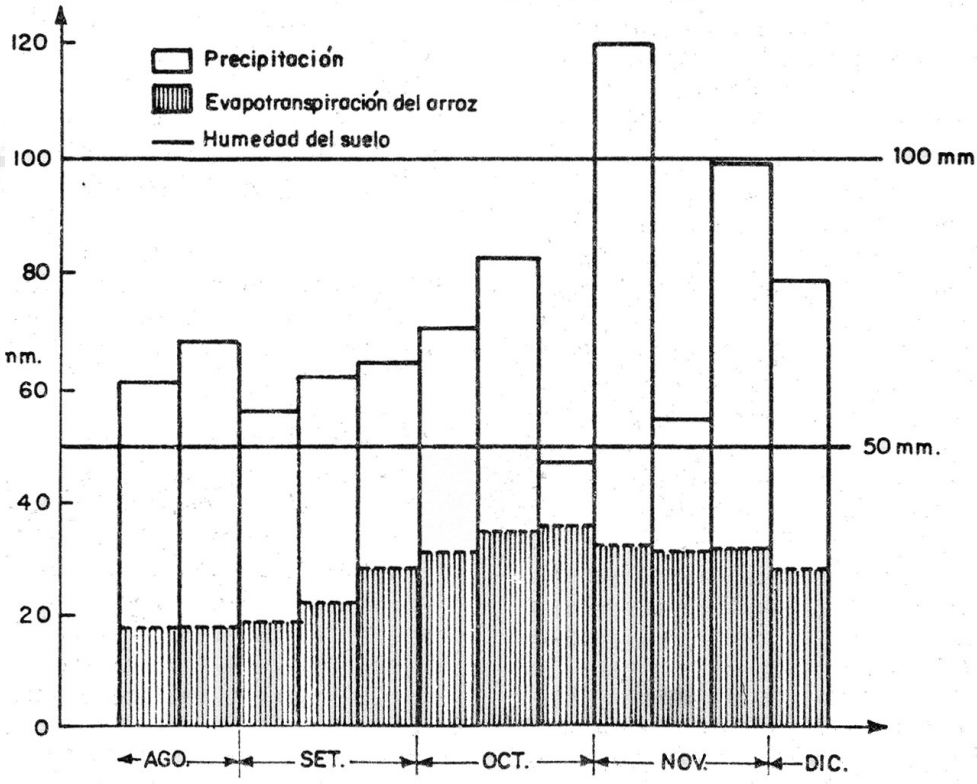


FIG 7.- BALANCE HIDRICO DEL ARROZ EN JENARO HERRERA AÑO SECO (1979)



BALANCE HIDRICO DEL ARROZ EN JENARO HERRERA AÑO SECO (1971 - 80)

Una metodología de estudio podría ser la siguiente, aplicable a cada país de la región:

a) Delimitación del Trópico Húmedo Nacional o Regional.

b) Estudios detallados de Suelo, Clima y Vegetación silvestre.

C) Estudio agrícola de los cultivos seleccionados.

d) Sistemas de producción: aspectos sociales y económicos.

Las experiencias de trabajos agroclimáticos en Trópicos Húmedos, especialmente en Sudamérica son pocas. Aparte del trabajo de Oldeman y Freré (1982) en el Sudeste Asiático, en Perú encontramos los estudios climáticos de Azáldequi (1971) en el Huallaga Central; el estudio agroclimático en Jenaro Herrera -Loreto (Marengo, 1983) y algunas evaluaciones realizadas por la ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales) en la década del 70. Desde hace pocos años las Naciones Unidas, a través de la FAO y el UNEP, conjuntamente con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMII) trabajan conjuntamente en el Proyecto Climatología, Hidrología y Agrometeorologia de la Cuenca Amazónica, que involucran estudios básicos, redistribución de redes meteorológicas e hidrológicas y otras aplicaciones más, aún en marcha. En Brasil se puede mencionar el Proyecto Hidrología y Meteorología de la Amazonía que dio lugar a una Zonificación Agroclimática en dicha región (Noe y Cardoso, 1979).

A continuación se muestran algunos de los resultados de estudios antes mencionados. La Figura 7 muestra el balance hídrico para el cultivo del arroz de secano en Jenaro Herrera (48) en Perú, para un año normal y un año seco, durante el periodo de crecimiento. Se aprecia que en el año seco la evapotranspiración supera la precipitación, pero el agua del suelo provee de agua para atenuar esta deficiencia; se hizo uso de los coeficientes de cultivo K_c propuestos por Dorrembos y Pruitt (1 976) Las Figuras 8, 9 y 10 muestran la distribución de la precipitación en nivel medio, y en los meses más o menos lluviosos en la Selva Baja Norte del Perú (Marengo, 1983) y la Figura 11 muestra el Balance Hídrico en Manaus (Brasil), mostrándose períodos de exceso y consumo de humedad almacenada e indicando cantidades (Thornthwaite, 1954).

La figura 12 muestra una de las anomalías climáticas en la Selva Baja Tropical peruana, el llamado Veranillo o periodo seco, el cual se detecta dentro de los meses más lluviosos y que aparece como una ligera disminución de esta cantidad en los meses más húmedos; ello se detecta en la sierra y selva, entre octubre y febrero para las estaciones seleccionadas (indicada con flechas). La Figura 13 muestra otra anomalía climática, los llamados Friajes u Olas de Frío en Puerto Maldonado (128); los elementos del tiempo graficados en serie para el periodo junio -agosto 1975 muestran una caída de la temperatura el día 19 de julio hasta 4º siendo el promedio de más de 23ºC al año, dos días después se detectó en Iquitos, más al Norte (4º) Los cambios de presión, humedad y viento, así como nubosidad, constantes de año en año se asocian a frentes fríos y tienen un impacto notable en la agricultura tropical.

En el aspecto agronómico, entre los cultivos agrícolas tropicales seleccionados se puede considerar fundamentalmente el arroz, la palma aceitera africana; pastos como el kudzu, brachiaria, pangola, pasto elefante y otros cultivos, bajo las modalidades de cultivos asociados (maíz – frijol –yuca – maní -café) o en asociación con el bosque, que se conoce como agroforestería. Thorne y Thorne (1979) muestran el siguiente cuadro, donde se tienen rendimientos de 4 a 5 cultivos bajo las formas de monocultivos y cultivos asociados; el espacio entre surcos fue de 2 metros, se aplicó 1 TM de Limo/ año/Ha con abonamiento de 45 N, 45 P, 40 K ,10 S, 0.5 B y 0.5 kg/Ha año

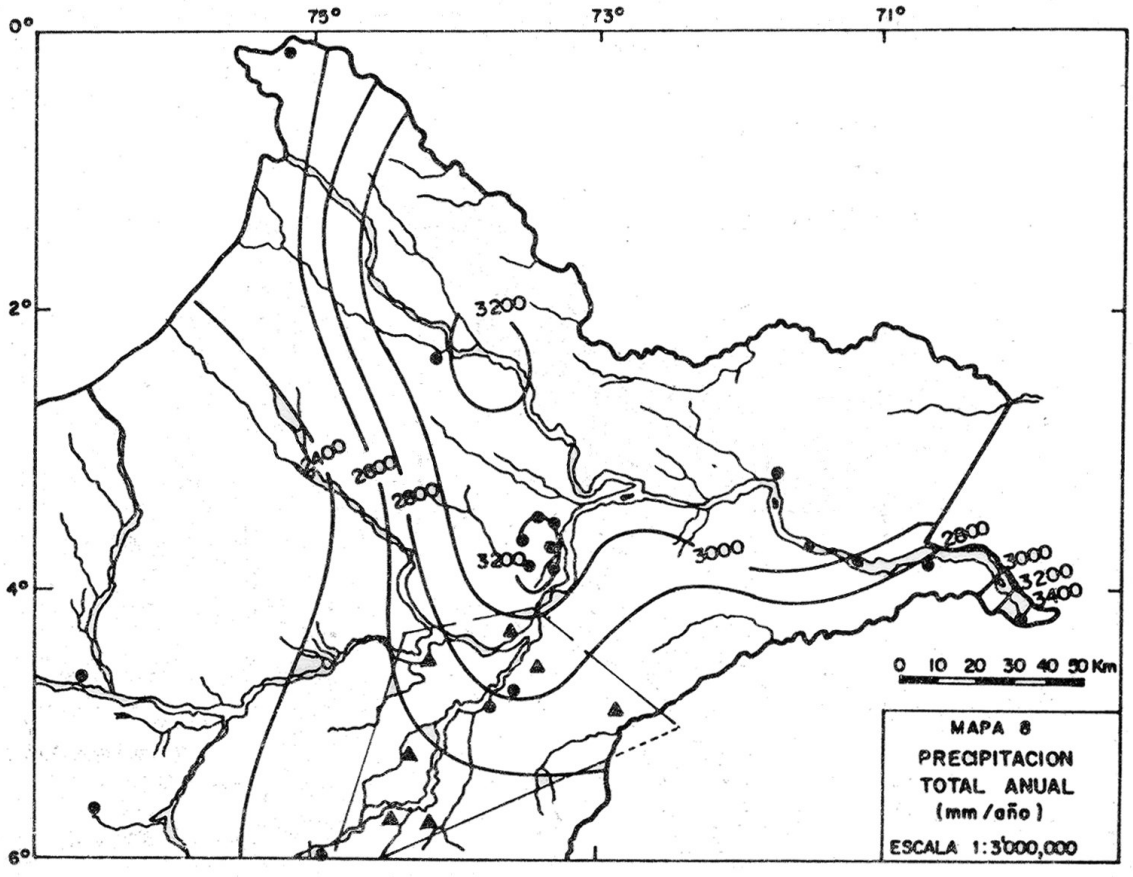
Los rendimientos en cultivos intercalados menores que en monocultivos, para algunos productos, se atribuyen a labores culturales de campo, así como aspectos de luz, nutrientes y agua.

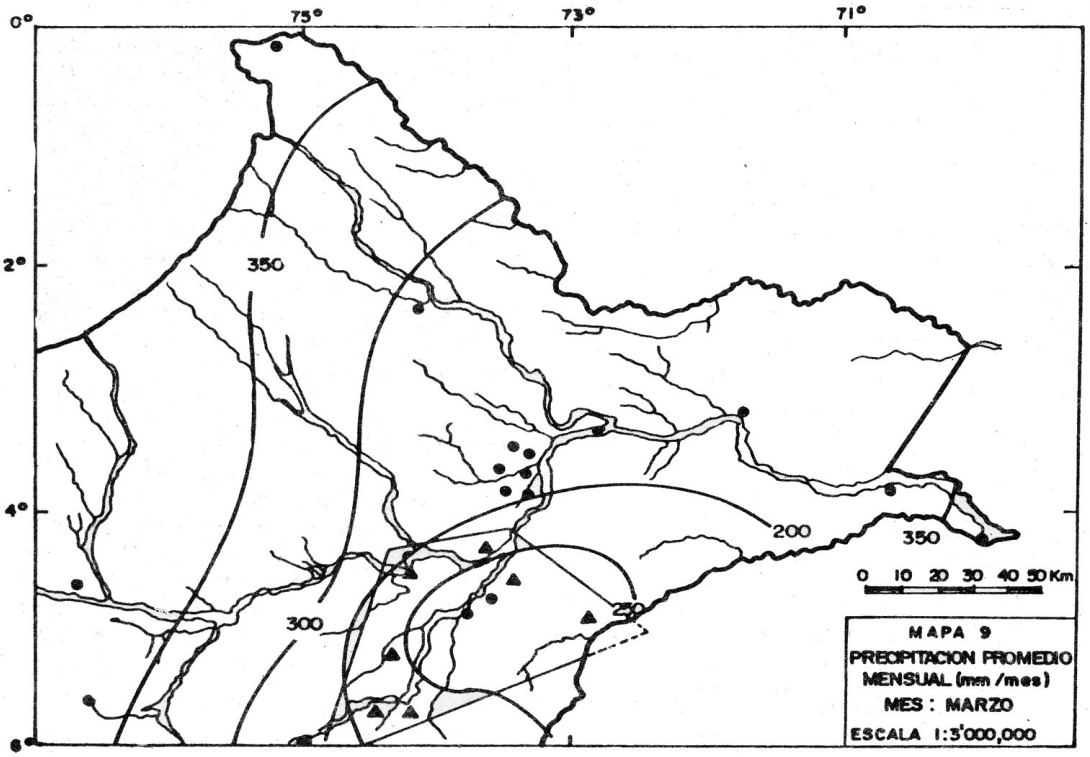
CUADRO No. 4

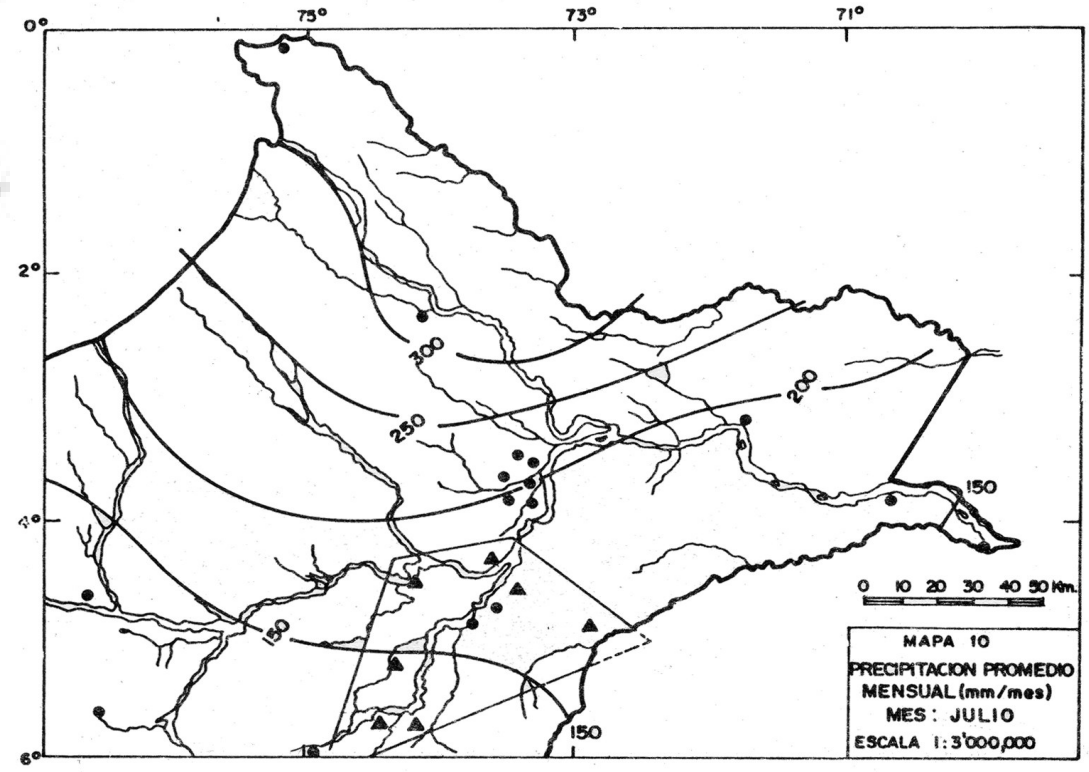
COMPARACION EN RENDIMIENTO DE CULTIVOS TROPICALES EN EL SISTEMA INTERCALADO Y MONOCULTIVO, EN YURIMAGUAS (PERU). SEGUN SANCHEZ (1981)

Sistema	Arroz	Rendimiento (TM/ha) Maiz	Yuca	Maní	Valor Total ($/Ha)
Intercalado	2,01	0,51	8,00	2,62	1996
Monocultivo	2,38	1,19	2,29	3,55	1558

A nivel climático, en el Trópico Húmedo Sudamericano no se ha llegado a uniformizar un método de estimación de la evapotranspiración potencial; los que se emplean comúnmente son los de Hargreaves, Penman, Thornthwaite, Holdridge (Zonas de Vida), Tanque de Evaporación, una serie de relaciones empíricas y modelos estadísticos. Todo ello de una manera indistinta, lo que hace difícil comparaciones y posteriores estudios integrados del clima en la región. La idea de homogenización de un método es algo que debería concretarse; tal vez el método de Penman sea el más adecuado desde el punto de vista físico, pero requiere de datos difíciles de encontrar en la Región Húmeda Tropical, como son horas de sol y viento, así como radiación solar. Se podría emplear el tanque de evaporación y un factor de corrección; pero si se considera la Selva Baja del Perú, hasta 1983 no existían tanques instalados o funcionando.




0°
75°
73°
71°
2°
4°
6°
350
300
200
350
0 10 20 30 40 50 Km
MAPA 9
PRECIPITACION PROMEDIO
MENSUAL (mm /mes)
MES : MARZO
ESCALA 1:3'000,000


0°
75°
73°
71°
2°
4°
6°
300
250
200
150
150
0 10 20 30 40 50 Km
MAPA 10
PRECIPITACION PROMEDIO
MENSUAL (mm/mes)
MES : JULIO
ESCALA 1:3'000,000

Al parecer, lo más adecuado sería una modificación del método de Thornthwaite, por latitud, altitud, viento, humedad o radiación para aplicarlo a diversas regiones tropicales; previo a ello debería realizarse un análisis de sensibilidad de la evapotranspiración a variaciones en los factores ambientales antes mencionados (Bur et al, 1982) para ver la importancia de cada uno de éstos en las distintas zonas del trópico húmedo. Esta calibración entre el método de Thornthwaite y el de Penman, como referencia para esta modificación, permitiría obtener valores cercanos a los que físicamente podrían ser considerados como datos reales, tal vez el empleo de modelos estadísticos sea muy posible de hacerse.

La instalación de lisímetros en estaciones seleccionadas del trópico húmedo podría resolver el problema, el tipo y diseño debería ser discutido entre los países de la región para llegar a la homogenización de esta cantidad.

Respecto al Balance Hídrico, los modelos desarrollados en zonas subtropicales y áridas han sido aplicados al trópico sin modificación alguna, en estas regiones no existen periodos secos extensos y es característica una poca variación anual de la temperatura del aire y de la radiación solar, así como de la evapotranspiración. Además, considerando la precipitación y los límites de humedad almacenada por el suelo, la aplicación de suposiciones sin ningún tipo de ajuste puede producir errores en la interpretación del Balance Hídrico y llevar a una mala planificación agrícola a largo plazo. Los métodos de Thornthwaite y Palmer deben ser revisados y ajustados al trópico húmedo, además de dárseles ciertos intervalos de error. En el trabajo de la OSE y SENAMH1 (1984), se detalla en buena forma el Método Palmer, que es tal vez aplicable a los trópicos y tiene tablas que consideran tipos de suelo y los límites de humedad que pueda almacenar.

Delimitación de las Tierras Bajas del Trópico Húmedo de Sudamérica

La definición de Trópico Húmedo en Sudamérica implica considerar una gran zona a ambos lados del Ecuador. Diferentes criterios tanto climáticos como geográficos han sido considerados para delimitar esta zona generalmente se toman en cuenta aspectos térmicos, humedad o vegetación natural. Una homogenización en los criterios de delimitación fue establecida en la reunión de Lima en 1985, respecto a la Encuesta Agrometeorológica de las Tierras Bajas; esto se reduce a cuatro grandes aspectos:

Publifor

a) No se considera un límite latitudinal.
b) La temperatura media anual debe ser tal que su límite inferior medio no baje de 20ºC.
c) La precipitación anual debe ser de 1800 mm o más, distribuidas de tal forma que se puedan tener 9 meses con más de 100 mm y 3 con menos de 100mm.
d) Las Tierras Bajas comprenden altitudes menores de 500 msnm.

Estos criterios o pautas, que deberían regir de ahora en adelante para los países miembros de la encuesta: Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Guyana, Surinam, entre otros, reemplazaría a toda una heterogeneidad de sistemas; como por ejemplo los que consideran temperaturas mayores de 25ºC, precipitaciones mayores de 1500 mm/ año, etc. que no eran descriptivas en el tiempo ni en el espacio.

Conviene señalar además cierta flexibilidad en los criterios antes mencionados; esta flexibilidad se asociaría a las anomalías climáticas de corto periodo, las cuales pueden afectar grandemente a cultivos tropicales y que no se detectan en un análisis climático de rutina. Un caso que se puede mencionar es el referido a la palma aceitera africana, que en Pucallpa (Perú) y en plantaciones en Ecuador se ven afectadas por bajas temperaturas durante el invierno, estas bajas temperaturas relacionadas con los friajes producen daños por frío y los efectos podrían sentirse .hasta tres años

después de producido el daño. Se debe mencionar también que la palma aceitera no soporta temperaturas menores de 17ºC (Hartley, 1982) en los meses más fríos y estos valores sí se pueden presentar -en la Selva Baja peruana entre junio y agosto.

Al evaluar el Balance Hídrico Climático, un problema común que se presenta y que antes se mencionó fue el valor de humedad almacenada por el suelo, en el Balance Hídrico. Habría que considerar diferencias entre suelos de drenaje lento; en el primer caso un exceso de más de 100 mm de agua almacenada en el suelo (que es una hipótesis de trabajo comúnmente empleada) podría tener efectos negativos en el cultivo, mientras que en suelos de drenaje rápido el agua puede percolar rápidamente y el exceso desaparece en poco tiempo, no causando daños. Para considerar que la reserva de humedad del suelo se agote, tal vez una mejor consideración sería tomar un límite de consumo entre 70 y 80 % de abatimiento de la reserva de humedad, sin necesidad de llegar a un agotamiento total del 100 o/o, ello puede traer a lugar conclusiones erróneas, Esta consideración de humedad del suelo y del Balance Hídrico, así como el método para estimar evapotranspiración a emplear son tema de investigaciones actuales, con el fin de llegar a una uniformidad total en criterios climáticos y agroclimáticos.

Montaldo (1982), indica en general que para que una zona sea considerada tropical debe tener las siguientes características:

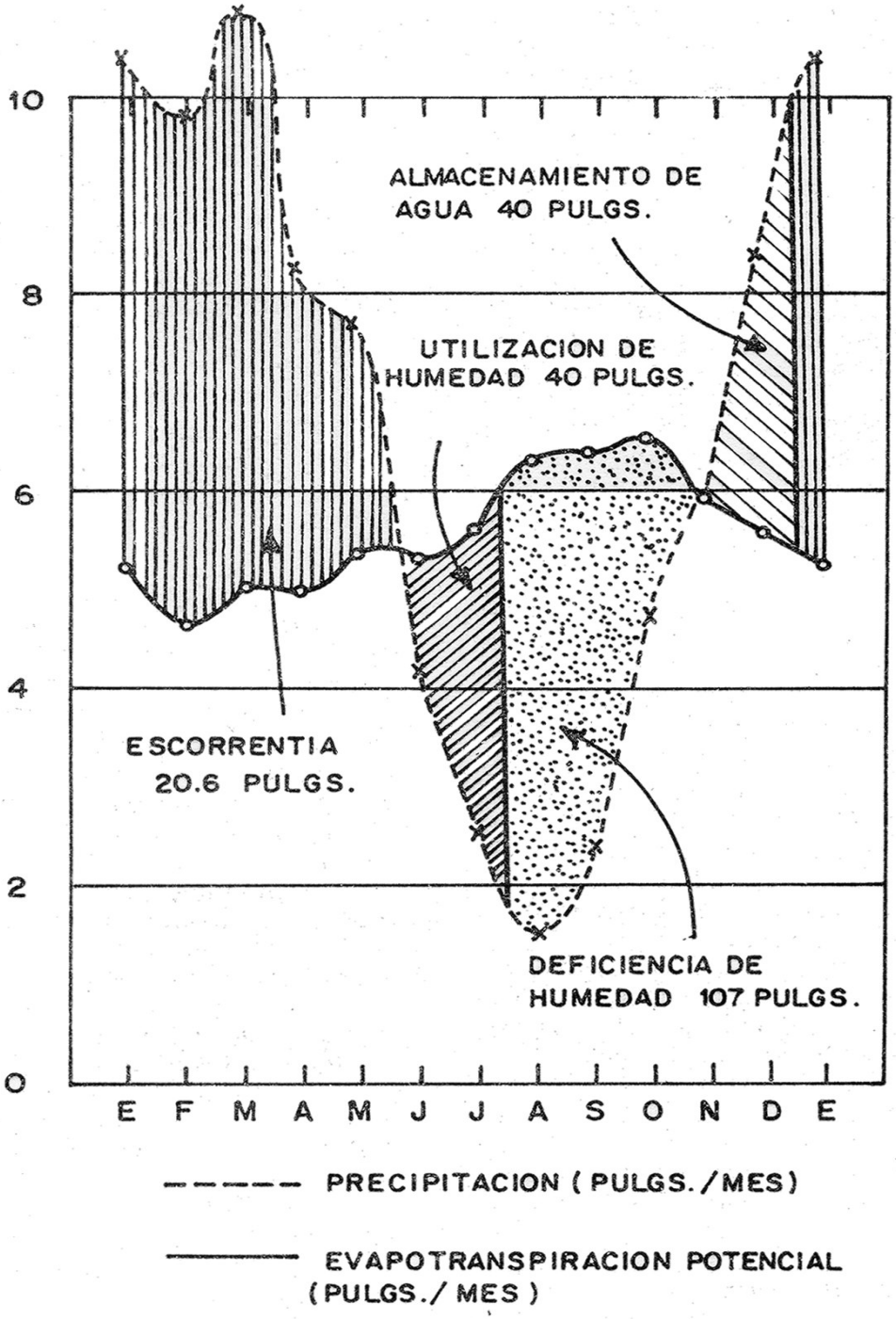


FIG 11.- BALANCE HIDRICO PARA MANAUS (BRASIL) (TRHORTHNWAITE, 1954)

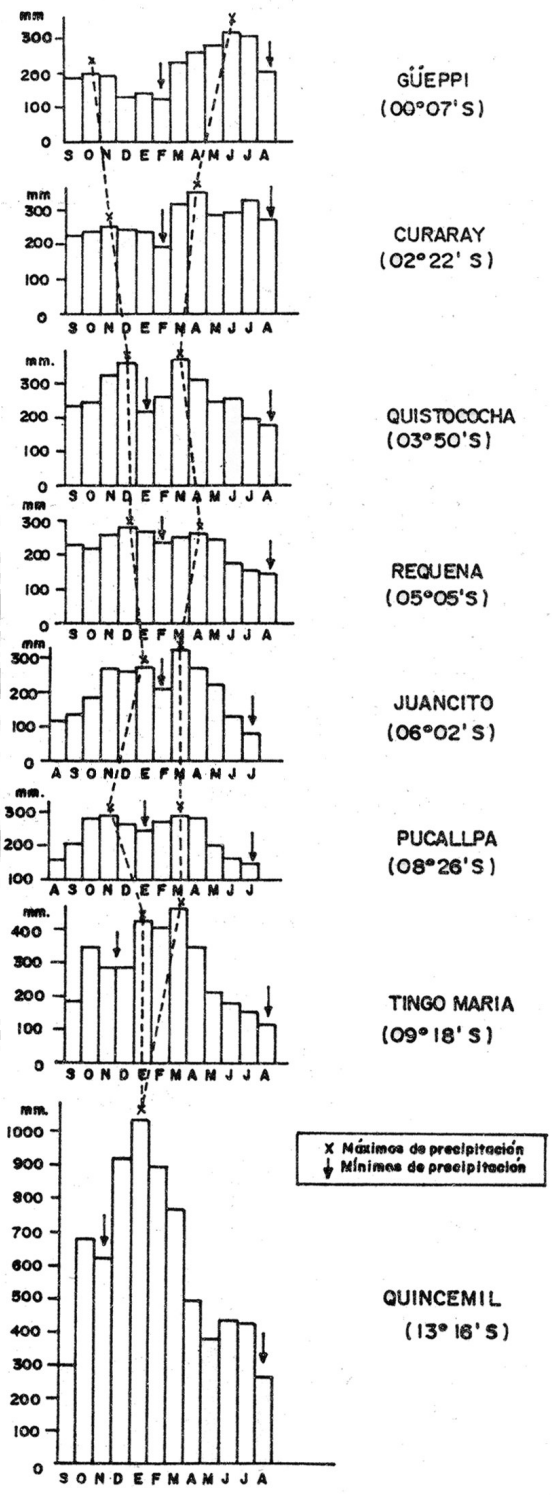


FIG 12.- VARIACION LATITUDINAL DE LA PRECIPITACION EN ESTACIONES COMPRENDIDADS ENTRE 73º Y 75º W

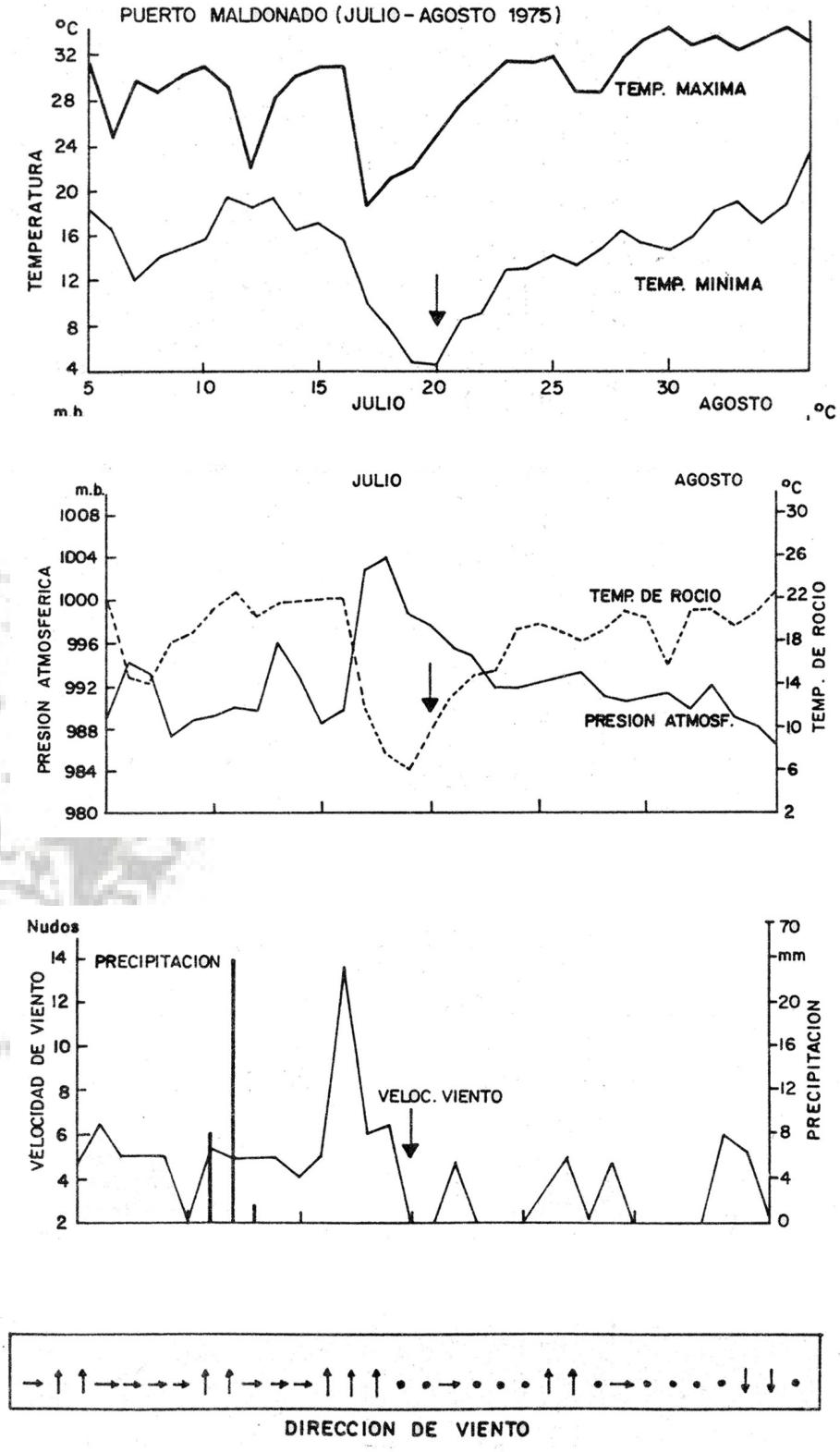


FIG 13.- ESTADO DEL TIEMPO EN PUERTO MALDONADO DURANTE EL FRIAJE DE JULIO 1975 (MARENGO, 1983)

- Isotermas anuales calculadas a nivel del mar sobre 21 ºC.
- Oscilación térmica anual no mayor de 6 º C.
- Variaciones fotoperiódicas entre los meses extremos inferiores a 3 horas.
- Dieta alimenticia de sus habitantes basada fundamentalmente en maíz, yuca, papa, frijoles, arroz y plátano.

El monto real de la precipitación sobre un punto es una cifra muy variable ya que depende principalmente de accidentes geográficos. Menciona además una serie de consideraciones para la delimitación del trópico húmedo: Kuchler (1961) divide el trópico húmedo a nivel mundial en dos sectores: zonas más o menos permanentemente húmedas con bosques de lluvia y más o menos periódicamente húmedas, con bosques deciduos; Troll y Paffen (1966) dividen, el trópico a nivel mundial en cinco zonas climáticas: tropical lluvioso, tropical con veranos húmedos, tropical húmedo seco, tropical semidesértico y desértico; Tossi (1960) afirma que el Perú tiene 47.4 % de área tropical y la división trópico húmedo y seco se basa principalmente en los datos de precipitación y en la duración de los periodos de sequía. Divisiones basadas en el clima, vegetación o en un criterio geoagroalimentario han sido planteadas.

Agroclimatología del Trópico Húmedo Sudamericano: Problemática General

En regiones tropicales la posibilidad de cultivar depende fundamentalmente de la disponibilidad de agua o de las fluctuaciones térmicas anuales que no muestran largos periodos de frío o de sequedad intensa. Además los nuevos sistemas y técnicas de riego, así como la introducción de nuevas especies y variedades prometedoras, han permitido de alguna manera mejorar la producción de la zona. Es posible que no se pueda satisfacer todos los requerimientos climáticos de los cultivos; así la luz podría ser una limitación grande en algunas zonas nubosas del trópico.

A grandes rasgos, se puede enfocar el problema agroclimático de los trópicos húmedos bajo los siguientes aspectos:

a) Factores ambientales y Recursos Técnicos:

- Suelo, agua y planta Factores climáticos

- Balances cismáticos: Balance Hídrico y Balance de Radiación.

- Sistema de riego

- Desarrollo de aspectos fitosanitarios

- Mecanización

b) Factores relacionados con la producción:

-Sistemas de producción
- Trabajo
- Tenencia de tierras
- Modernización
- Crédito agrícola
- Problemas socio económicos (empleo y migración)
- Planificación y uso de la tierra.

El impacto del clima puede ser evaluado a través de la variabilidad del mismo (excesos y déficits) y del grado de desarrollo agrícola, asociándose a ello factores sociales y económicos.

En Brasil, se presentan las siguientes consideraciones acerca de la producción de alimentos en el trópico húmedo:

a) Déficit de producción puede depender más del grado de desarrollo agrícola que del clima.

b) Se debe medir en cierta forma el grado del impacto del clima entre los cultivos nuevos y los tradicionales.

c) Un aumento en la producción de alimentos debe contemplar el uso de barriales, el acceso a tierras marginales, tipo de modernización así como la integración de tierras con áreas de "altura" (tierra firme).

La falta de uniformidad en los métodos de evaluación de la evapotranspiración y del Balance Hídrico en los países de la zona es un problema de carácter técnico difícil de manejar y solucionar a corto plazo.

En lo referido a plagas y enfermedades en cultivos tropicales, el clima es un factor clave en el impacto de insectos, hongos, etc. Así, el viento es un agente diseminador y se podría decir también combinaciones óptimas de temperatura -humedad pueden favorecer el desarrollo de plagas o enfermedades, lo que asociado a los organismos hospederos determinan su distribución y dispersión. Se citan algunos ejemplos:

CUADRO No. 5
CULTIVOS, PLAGAS Y FACTORES AMBIENTALES ADECUADOS

Cultivo	Plaga	Factor Ambiental
Frutales	Mosca del Mediterráneo,	Viento
Algodón	Gusano Rosado	Viento
Café	Broca del Café	Temperatura Humedad
Caña de Azúcar	Barreno Gigante del Tallo	Humedad

El problema se agrava más debido a que en grandes regiones del Trópico Húmedo Sudamericano se carece de información climatológica completa o confiable, siendo a veces la escasez total. Por lo general se cuenta con la información más elemental: temperatura, y precipitación. Los procesos de completación de series climatológicas y la interpolación de información en zonas donde no hay pueden ser fuente de errores sistemáticos y determinar en cierto grado una inconsistencia en el trabajo. El análisis de control de calidad debe ser una rutina ya establecida y obligatoria antes de la utilización de la información.

La elaboración de mapas climáticos sigue patrones distintos y hacen difícil, en muchos casos, establecer una comparación; comenzando por el aspecto de escala empleada, dada la desigual extensión de los países esta escala debe variar proporcionalmente, así se trabaja en el Perú en la escala de 1/ 1 000000. La serie de tiempo empleada para los estudios varía según los récords climáticos existentes y no se ha establecido una escala de tiempo para cada estudio (diaria, decadiaria, mensual, anual, multianual) ni la longitud mínima de un período común de información para trabajar, dependiendo ello de las posibilidades y necesidades de cada país.

En lo referente a instrumental meteorológico, así como al procesamiento de la información, se podría sugerir el establecimiento de estaciones meteorológicas con instrumental electrónico con sistemas de almacenamiento automático, de plataformas con información a enviar por radio en zonas inaccesibles o torres de observación meteorológica para estudios de meteorología forestal; todo ello debería ir implementado con monitores para el seguimiento de los elementos del tiempo. La implantación y optimización en el funcionamiento de un Banco de Datos sería fundamental para cada Servicio Meteorológico en los países de la región; el empleo de computadores de gran calidad de memoria y de microcomputadores personales, dedicados exclusivamente al procesamiento de la información meteorológica, así como de especialistas en meteorología con conocimientos de análisis de sistemas y computación determinarían un trabajo más eficiente y por tanto un producto de calidad. La implantación de estaciones experimentales, centros de investigación o -reservas forestales, donde se desarrolle investigación pura y aplicada sería de gran utilidad. Cabe mencionar los ejemplos de Yurimaguas, Pucallpa y Jenaro Herrera en Loreto -Perú y la Reserva Forestal de Duke, en Manaus (Brasil).

En el campo agronómico y agrometeorológico, la realización de observaciones fenológicas es una labor fundamental. Este tipo de observaciones biológicas en cultivos tropicales casi no existen en el trópico húmedo o si las hay no siguen las mismas normas de observación o registro. Lo poco que pueda encontrarse se refiere al aspecto forestal o a investigaciones detalladas, como tesis, donde cada especialista establece su criterio. La estadística agraria en esta región muchas veces es incompleta o con periodo de registro.

En materia de suelos tropicales, se puede mencionar que puede constituir un aspecto limitante en la producción agrícola. Causa de ello sería su acidez, baja fertilidad natural y mal drenaje; la creciente deforestación es causa directa de la degradación de los suelos del trópico. La Figura 14 presentada por Henderson - Sellers y Gornitz (1984) muestra la tasa de deforestación para Sudamérica; con referencia al bosque húmedo tropical dicho ritmo aumentó en los últimos años siendo mayor la deforestación en Brasil y Ecuador con 1.5 %. Ello podría producir variaciones en el caudal de los ríos de la selva y en la frecuencia de inundaciones en las tierras bajas (Gentry, López -Parodi, 1980).

Publifor

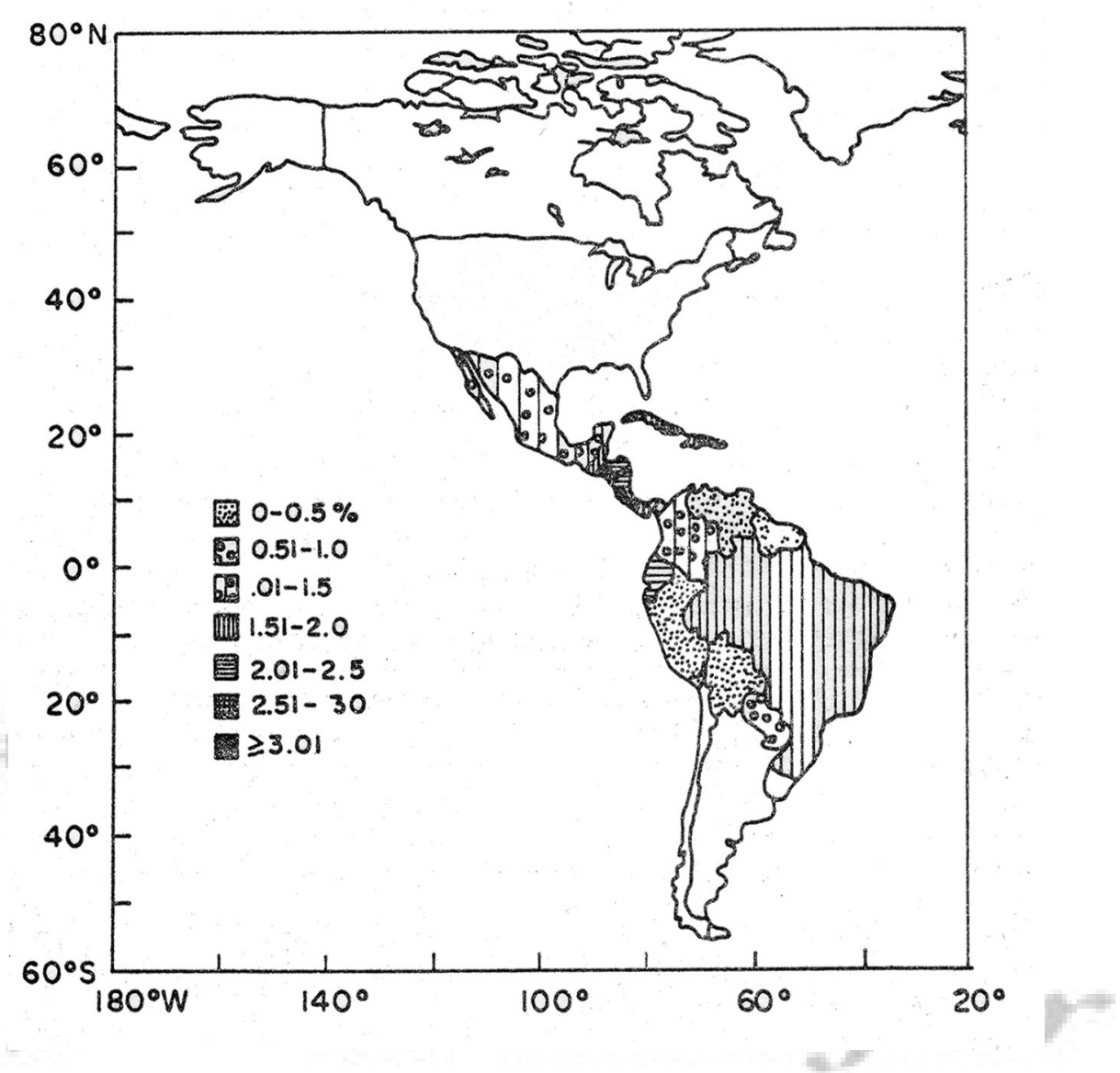


FIG 14.- TASA DE DEFORESTACION EN AMERICA DEL SUR Y CENTROAMERICA (% ANUAL). (HENDERSON – SELLERS Y GORNITZ, 1984)

El cuadro 6, presentado por Sánchez (1981) y cuya fuente es la FAO muestra la producción de cultivos tropicales de importancia en la América Tropical.

El uso de la tierra y los sistemas de producción en el trópico húmedo sudamericano muestran características especiales.

Sánchez muestra en el Cuadro 7 el uso de la tierra en la América Tropical, indicando la población y el área estimada per -cápita.

En lo referido a los sistemas de producción agropecuaria, en el trópico húmedo sudamericano se presentan las siguientes características:

a) Agricultura Migratoria, con el 45 % del área tropical total.
b) Agricultura de Subsistencia, establecida con 17 % del área tropical.

C) Ganadería Nómada, 14 % del área tropical.
d) Ganadería Extensiva, 11 % del área tropical.
e) Plantaciones, 4 % del área tropical.

CUADRO No. 6

IMPORTANCIA RELATIVA DE CULTIVOS ALIMENTICIOS TROPICALES MAS IMPORTANTES EN AMERICA TROPICAL (FAO, 1970)

Cultivo	Producto (TM)	Area (Mill.Ha)	Rend.(TM/Ha)
Yuca	35,50	2,50	13,80
Maíz	30,90	23,80	1,30
Arroz	11,60	0,80	1,84
Papa	6,60	3,00	8,25
Trigo	4,30	6,80	1,84
Frijol	4,10	0,40	8,25
Camote	3,70	1,30	1,44
Sorgo	2,80	1,40	0,60
soya	1,90	0,80	8,50
Maní	11,10	0,60	2,17
Leguminosa	0,50	0,20	1,35
Mijo	0,20	0,10	1,49

CUADRO No. 7

USO DE LA TIERRA (MILLONES DE HECTAREAS) Y POBLACION ENLOS TROPICOS SUDAMERICANOS (SANCHEZ, 1981)

Total	AreaTotal	Area Cultiv.	Pastura y Prad.	Bosque	% cult.	Pobl. (mill.)	Area per cápita
América	1683	83	282	914	5	239	0,35

La agricultura migratoria se presenta en casi la mitad del mundo tropical, tanto en áreas de bosques como sabana. Los agricultores cortan y queman una pequeña área, sembrando varios cultivos en el mismo campo y abandonándolo cuando se presenta una disminución en su fertilidad natural. Es un problema técnico-social muy común en la cuenca amazónica y muchas veces es producto de colonizaciones mal dirigidas o a familias instaladas en los alrededores de campos petroleros o carreteras en construcción.

Recomendaciones

Muchas recomendaciones se podrían dar ante la problemática agrícola en el trópico húmedo sudamericano, algunas aplicables y otras no; pero en algo la situación puede mejorar.

La organización de talleres de trabajo en agroclimatología de trópicos húmedos, con énfasis en las tierras bajas de Sudamérica, así como conferencias técnicas al respecto serían un apoyo grande a la realización de estos trabajos. El aporte financiero de instituciones de las Naciones Unidas **(FAO, UNESCO, WMO, PNUMA, UNEP** y otras) a través de la coordinación de la Comisión de Biometeorología permitirá llevar a cabo mejor los estudios agroclimatológicos gracias a reuniones de trabajo, implementación básica a nivel de instrumental y procesamiento y con visitas de expertos de la WMO o de las entidades de la región, esperándose una mayor proporción de los segundos,

La selección de áreas modelo a nivel de cada país permitirá una mejor administración del trabajo y el desarrollo de métodos acordes a los países de la región.

La aplicación de criterios uniformes en .la delimitación del trópico húmedo en cada país y la homogenización en los métodos de evaluación de la evapotranspiración potencial y del balance hídrico permitirán una integración en los estudios climáticos regionales y por tanto un estudio zonal consistente, detallado y general para todos.

Una buena metodología para estudios agroclimáticos en el Trópico Húmedo podría permitir una mejor orientación en el calendario agrícola.

Finalmente, la creación y/o activación de los grupos nacionales de trabajo en el trópico sudamericano, para evaluar la influencia del tiempo en la producción de cultivos en estas áreas, debe establecerse en cada país de la región. Se debería también ver la preparación de manuales de información y aplicación de los datos meteorológicos a la producción de cultivos tropicales. Estos grupos nacionales deberán involucrar a las entidades que desarrollen meteorología, aplicada a la agricultura: Servicios Meteorológicos Nacionales, Ministerio de Agricultura, Universidades y demás instituciones. La coordinación debería partir del Servicio Meteorológico, ello llevaría a una mejor integración en el trabajo y un mayor éxito de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

1. AZALDEGUI, A. Estudio del Clima de la región del Proyecto Huallaga. Ministerio de Agricultura. Lima, 1971.

2. BURT, J.; TODHUNTER, J.; O'ROURKE, L. and TERJUNG, A, Response of Consuntive Use for Maize to Change of Environmental Factors and Management Practices: Sensivity Analisys.Water Resources Research**.** Vol. 18 No. S. October, 1982. pp. 1539-1560.
3. DOOREMBOS, J. y PRUITT, 0. Las necesidades de Agua de los Cultivos. FAO. Serie Riego y Drenaje No. 24. Roma, 1976.

4. DOUROJEANNI, M. Recursos Naturales y Desarrollo en América Latina y el Caribe. Universidad de Lima. Dirección de Proyección Social, 437 pp. Lima. GENTRY, A. and LOPEZ -PARODI, J. Deforestation and Increased Flooding of the Upper Amazon. Science. 210 (10). December, 1980. pp. 1354-1356.

5. HARTHLEY, C. La Palma Aceitera. Editorial CECSA. México, 1982. 958 pp.

6. MONTALDO, P. Agroecología del Trópico Americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. San José, Costa Rica. 1982
7. NELSON, M. Development of -tropical Lands. John Wiley and Sons. USA. 1975.

8. NOE, Y. e CARDOSO, 0. Esboco para uma Zonificación Climatica da Bacia Amazonica Brasileira. Projecto da Climatologia a Hidrologia da Amazonia. Superintendencia de Desenvolvimiento da Amazonia. SUDAM/OMM/PNUD. Pub, Belen, 1979.

9. OLDEMAN, L. and FRERE; M. A study of the Agroclimatology of the Humid Tropics of South East Asia. World Meteorological Organization. WMO/FAO/ UNESCO. Technical Note 179. Geneva. 1982.

10. SANCHEZ, P. Suelos del Trópico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. San José, Costa Rica, 1981.

11. SANTER, B. The Use of General Circulation Models in Climate Impact Analisys A Preliminary Study of the Impact of a C02- Induced Climatic Change on West European Agriculture. **Climatic Change.** Vol. 7 (1985). No. 1-93. The Netherlands.

12. THORNE, W. and THORNE. M. Soil, Water and Crop Production. Avi Publishing Company. Connecticut. 1979.

13. THORNTHWAITE, C.W. The Water Balance in Tropical Climates. Bulletin of The American Meteorological Society. Vol. 32. No. 5. May. 1954. USA.

14. ZAMORA, C. Capacidad de Uso de los Suelos del Perú. 39 Aproximación. ONERN. Junio, 1971. Lima.

15. MENDERSON-SELLERS, A. and GORNITZ, V. Posible Climatic Impacts of Land Cover Transformations, with Particular Emphasis on Tropical Deforestation. Climatic Change. Vol. 1(16). 1984. pp. 231-237. The Netherlands.

16. MARENGO, J. Estimación de la Evapotranspiración en el Bosque Húmedo Tropical de la Amazonía.Revista Forestal del Perú. Vol. XI. No. 1-2, 1982-1983. Lima.

17. MARENGO, J. Estudio Agroclimático en la Zona de Jenaro Herrera (Requena -Loreto) y Climático en la Selva Baja Norte del Perú. Tesis UNA. Ing. Meteorólogo. 1983.

18. MARENGO, J. Distribución de la Evapotranspiración Potencial (según Penman) en Estaciones Seleccionadas del Trópico Sudamericano. A publicarse en Anales Científicos. UNA. 1985.

19. MARENGO, J. Estudio Sinóptico -Climático de los Friajes (Friagems) en la Amazonía Peruana. Revista Forestal del Perú.