

APROXIMACION TEORICA HACIA DOS MODELOS
FUNDAMENTALES DE CLIMA EN LA TIERRA

(MONOGRAFIA)

Saulo de J. Soria, I. A. M. Sc. Ph.D.*

La presente monografía está enfocada desde un punto de vista general de modelos de topoclima según el concepto de Thornthwaite y se pone énfasis particular a las características del clima y el tiempo reinante en las latitudes ecuatoriales. Se desea destacar la disponibilidad de información existente suficiente para inferir en la existencia de dos modelos fundamentales de clima, el modelo equinoccial y el modelo solsticial. **Modelo Equinoccial** en el cual las fechas de los equinoccios son trascendentales en la caracterización del modelo y el **Modelo Solsticial** en el cual los solsticios son las fechas importantes para la caracterización del modelo. El objetivo es llegar a un mejor entendimiento de la ecología equinoccial por medio de un análisis comparativo entre los dos modelos mencionados.

El problema de la clasificación y nomenclatura de los climas a nivel regional y de microclima ha sido intencionalmente descuidado a causa del enfoque del presente tema enmarcado en el más amplio de los rangos de consideración. La abundancia y complejidad de información existente con relación a clasificación climática regional y subregional ha hecho que este campo pase a ser dominio de especialistas climatólogos y meteorólogos. Existen disponibles varias clasificaciones que se las puede agrupar en tres grandes categorías, según Trojer (16) a saber: Clasificaciones climáticas descriptivas, clasificaciones racionales o sistemáticas y clasificaciones genéticas.

Las clasificaciones genéticas Trojer, (16) dan mayor énfasis al origen y a la distribución de los sistemas de presión, los vientos prevalentes y a las características de las masas de aire, antes que a los valores numéricos de balance de agua o de balance de calor. El criterio en esta monografía es que el régimen de energía extraterrestres, que comienza a ser asequible gracias a publicaciones recientes Flohn, (5), tome un sitio de preferencia entre los elementos inte-

* Profesor Asistente, Departamento Ciencias Básicas, Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

grantes de la dinámica atmosférica, ya que los sistemas de presión, los vientos prevalentes y las demás manifestaciones dinámicas de las masas de aire, son etapas posteriores de transformación de un ingreso neto de energía desde el sol ya que es conocido que la masa y la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma.

De acuerdo con Flohn (5), el clima ha sido tradicionalmente definido como el estado promedio de la atmósfera sobre un período largo de tiempo, digamos 30 a 50 años, Flohn comenta que esta definición no es ni muy informativa ni completa porque ella no toma en cuenta las variaciones constantes del tiempo reinante. Y sin embargo son estas variaciones las que tipifican no sólo el clima en nuestro cinturón equinoccial, sino también en otras partes. Nosotros debemos pensar del clima por consiguiente como la suma de las variaciones del tiempo reinante.

Así mismo, la mayoría de los climatólogos están de acuerdo en que todos los fenómenos del tiempo reinante, tales como el viento y la temperatura, las nubes, la lluvia y la nieve, y todos los cambios energéticos asociados con ellos, son el resultado de dos ocurrencias fundamentales en el sistema solar: la radiación constante de energía por el sol, y los movimientos de translación, rotación y cabeceo de la tierra. Pero la distribución alternada complementaria de las estaciones en el Hemisferio Norte y el Hemisferio Sur de la tierra, se debe básicamente al movimiento de cabeceo, que se cumple uno en un año.

El movimiento de cabeceo de la tierra considerando como referencia un punto en la latitud cero ocurre en un sentido perpendicular al plano de la eclíptica dentro de un rango de unos $23\frac{1}{2}$ grados al Norte y $23\frac{1}{2}$ grados al sur del Ecuador. A estos límites latitudinales de desplazamientos en el movimiento de cabeceo se denominan trópicos (tropein = cambiar), indicando un cambio de sentido en el movimiento de la tierra. Las fechas en las que ocurren estos máximos desplazamientos dinámicos se denominan solsticios.

El movimiento de cabeceo de la tierra permite una sobreexposición del Hemisferio Norte de la tierra a la radiación solar durante el verano respectivo, simultánea con una infraexposición en el hemisferio sur. Pero la cantidad total de radiación solar que recibe el hemisferio sur en el verano respectivo es superior a aquélla que recibe el hemisferio norte, debido al pasaje de la tierra por su perihelio a comienzos de enero, punto más cercano entre el sol y la tierra. Este hecho astronómico repercute enormemente en el clima del cinturón equinoccial como veremos posteriormente. Este juego de tres movimientos sincronizados de la tierra, juntos con la constante So de radiación del sol, determinan dos modelos de influjo de energía que será la causa y origen de los demás elementos climáticos que se van a contrastar a continuación. Analizando el tema desde un punto de vista de topoclima, se menciona el **modelo equinoccial** o ecuatorial correspondiente a las latitudes bajas hasta los trópicos y el **modelo solsticial** o temperado, para las latitudes medias y altas, a partir de los trópicos.

A continuación se van a destacar el modelo equinoccial y el modelo solsticial, como modelos fundamentales de climas y algunos elementos climáticos importantes que tipifican a los respectivos modelos. Conjunta y oportunamente se mencionan algunas características de los climas del trópico o climas de transición.

MODELO EQUINOCCIAL

Consideración astronómica

Equinoccio es el tiempo cuando el centro del sol cruza el Ecuador celeste y el día y la noche son en todas partes de igual longitud, esto es, por allí de Marzo 21 o Septiembre 23 (diccionario Webster). En otros términos los equinoccios son las fechas del año solar en las que los rayos solares inciden perpendicularmente sobre nuestras cabezas en la latitud cero a las 12 del día. Estos días de insolación cenital meridional, equidistantes 6 meses uno de otro, son los que permiten la máxima incidencia acumulada de energía solar, y son los que promedialmente representan una etapa trascendental en la economía energética de la tierra en las latitudes intertropicales. Los días equinociales en la latitud cero son el 21 de Marzo y el 21 de Septiembre de cada año. Es importante anotar que debido al movimiento gradual de cabeceo de la tierra, los días de equinoccios tienden a juntarse con tendencia central cronológica hacia las fechas de solsticios, conforme las latitudes se alejan del Ecuador, de tal manera que al nivel de los días de insolación cenital se siguen el uno al otro. Los trópicos son teóricamente las latitudes en donde por primera vez un modelo cercanamente bimodal con dos máximos de ingreso de energía por año es reemplazado por un modelo unimodal, con un solo ingreso máximo de energía por año. Para ilustrar este efecto la tabla 1, destaca la distribución de los días cenitales en diferentes latitudes desde el Ecuador hasta el Trópico del Cáncer. El área de la tierra influida por el modelo equinoccial representa cercanamente el 50% de la superficie del globo, y está delimitada entre los trópicos geográficos.

Radiación ingresante extraterrestre

La distribución de la **Radiación ingresante extraterrestre** es una función de la latitud y de las estaciones. Flohn (5) publicó un esquema global de mediciones de ingreso de energía medido fuera de la atmósfera. La energía ingresante extraterrestre medida en la latitud cero simula un modelo de curva cercanamente bimodal (Fig. 1) en la cual los modos o picos corresponden con los máximos de ingreso de energía sincronizados estacionalmente con los equinoccios del 21 de Marzo y del 23 de Septiembre.

Presupuesto de calor

London (8) y Budyko (3) mencionados por Flohn (5) publicaron un resumen de valores del presupuesto de calor estimados para el Hemisferio Norte y para todo el globo, respectivamente. De acuerdo a estos estimados se puede evidenciar que el calentamiento en la su-

perficie de la tierra está en proporción directa a la insolación (ingreso de energía extraterrestre), con efectos especialmente distorsionados en el cinturón equinoccial debido al papel de filtros que las capas densas de nubes desempeñan en esta zona. La transferencia de calor más significativa en el cinturón equinoccial es por convección. Los procesos que involucran transferencia de calor por el movimiento vertical del aire son llamados con conjunto convección.

Circulación Atmosférica

El desplazamiento de una masa de aire en la atmósfera se efectúa siempre desde un punto de alta presión hacia uno de baja presión. La circulación atmosférica en general se efectúa siguiendo estos declives béricos. Una diferencia de presión entre dos masas de aire se origina por diferencias de calentamiento, conjuntamente con efectos de presión de vapor. Trojer (15) menciona que todo el sistema de circulación en la zona equinoccial está organizado por la presencia de dos zonas de alta presión sobre ambos subtrópicos y una franja intermedia de presión baja atmosférica. Hacia esta franja de baja presión convergen las corrientes que se dispersan desde los centros de alto nivel bérico meridional y septentrional, y forman en conjunto la zona o línea de convergencia intertropical. Trojer (15) menciona que en la zona de convergencia se forman centros parciales de baja presión, los cuales dan origen al tiempo ciclónico con fuerte reacción en las manifestaciones meteorológicas debido a que las pequeñas diferencias térmicas y a la alta humedad del aire producen la condensación de enormes cantidades de vapor acuoso.

Trojer (15) también menciona que el transcurso del tiempo reinante en el cinturón equinoccial está pues inequívocamente correlacionado con el traslado cíclico del sistema de circulación intertropical a través del año, en movimiento casi sincronizado con el sol. La zona de convergencia intertropical por consiguiente, no se presenta como una línea o franja fija, como se supone en el sentido climatológico cartográfico, según el concepto de los alisios, sino que está en permanente movilización por el dinamismo de los procesos atmosféricos, y se observa una continua destrucción y rejuvenecimiento de sus perturbaciones atmosféricas en la misma forma como ocurren realmente los cambios diarios del tiempo, aún durante los periodos de mayor actividad pluvial.

Trojer (16) y (17) considera la circulación local como una característica importante de los climas equinociales. Menciona que la circulación local y su reacción al tiempo reinante a través del año dependen de la forma fisiografía del terreno.

Es importante anotar que los trópicos geográficos no coinciden exactamente con los trópicos meteorológicos, siendo este efecto mucho más notorio en el hemisferio norte donde el trópico meteorológico está desplazado paralelamente el Ecuador meteorológico hasta unos cinco o más grados arriba que el trópico de Cáncer. Este desplazamiento desigual tiene como origen la distribución desigual de energía sobre la superficie de la tierra, a consecuencia de sobre-ex-

posición de la radiación solar que sufre el Hemisferio Sur durante su pasaje por el perihelio. En cierto modo, el tiempo reinante anticlinal predominante en los subtrópicos es aparentemente un resultado del desplazamiento hacia el Norte, o hacia el Sur de los Trópicos meteorológicos, respectivamente. El llamado clima subtropical es por consiguiente un mejor representativo del clima verdaderamente tropical. El predominio de los anticiclones subtropicales ocurren según Trojer (16) y (17) en latitudes 10-20 N, y 5-15 S. Los subtrópicos corresponden a los 30°N y 30°S, en donde las gradientes térmicas corresponden a masas más secas en todos los niveles altimétricos.

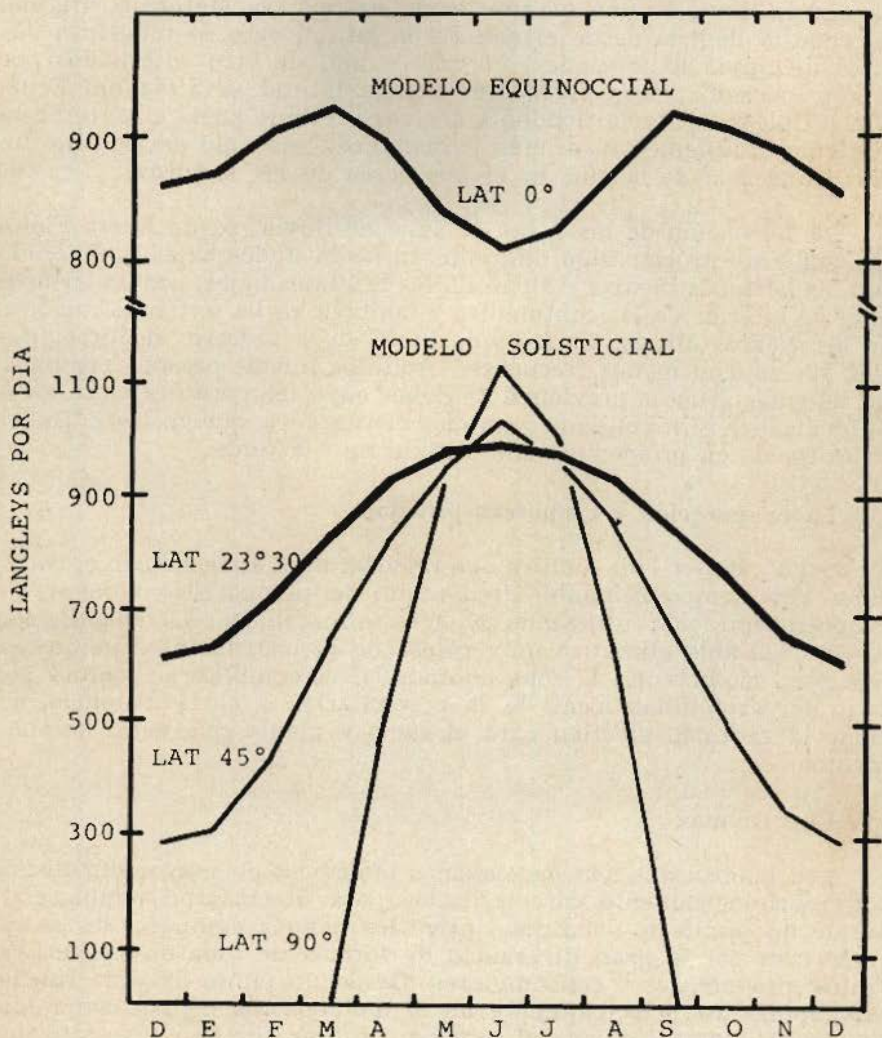


FIG. 1.— Modelos de curvas de ingreso de energía extraterrestre basados en datos interpolados después de Flohn, 1969 (5).

La Lluvia

La lluvia es probablemente un elemento meteorológico característico del tiempo reinante de las latitudes intertropicales (zona equinoccial) Según Pita (11). La distribución de la lluvia en el tiempo aparece sincronizada con el recorrido cenital del sol (Trewartha (13) y (14) Aubreville (2), Trojer (15), (16) y (17) y Flohn (5). El modelo de distribución cuantitativa en la latitud y en el tiempo entre los dos trópicos, se ajusta al mismo modelo bimodal que el ingreso neto de energía, observándose una relación estrecha entre el patrón anual de lluvia y al de ingreso de energía. Esto es lo esperable ya que la lluvia es una manifestación de una transferencia, original de energía llegada desde el sol. En la latitud cero se muestran dos picos de lluvia distanciadas seis meses uno de otro, alternados por sendos períodos secos. A medida que la latitud se aleja del Ecuador, los picos de lluvia tienden a acercarse el uno hacia el otro, hasta que cuantitativamente se unen para indicar un solo período de lluvia y uno solo de sequía en el año cerca de los trópicos.

La formación de las gotas de agua de lluvia, según anota Flohn (5), sigue un proceso algo diferente en las latitudes bajas, comparada con las latitudes medias y altas. En las latitudes bajas, particularmente en el interior de los continentes y también en las extensas regiones de los vientos alisios, las fases de hielo en el proceso de precipitación son mucho menos frecuentes. Aquí las lluvias pesadas compuestas de gotas gruesas provienen de nubes cuya temperatura ciertamente no alcanza el nivel de cero grados centígrados, que en las latitudes bajas queda en promedio a una altitud de 4.800 mts.

La evaporación y evapotranspiración

Según Trojer (16) indican una relación muy estrecha con el transcurso del tiempo reinante. Predominio de tiempo seco aumenta la evapotranspiración utilizando el agua almacenada. La evaporación es una variable climática muy celosa de la instrumentación que se une para medirla. En la zona equinoccial se complica su lectura por la gran variabilidad local de la precipitación a corta distancia, así como la cantidad efectiva para el suelo y planta que varía notablemente.

Los Biomas

Los biomas que son los sistemas biológicos de mayor dimensión, son morfológicamente caracterizados para el cinturón equinoccial. Desde un punto de vista descriptivo los biomas equinociales se caracterizan por la gran diversidad de formas de vida en sus dos estratos: productores y consumidores. Desde un punto de vista funcional manifiesto principalmente en el metabolismo de las comunidades en un bioma equinoccial se debe confesar que no existe información clara disponible hasta el momento. Y sin embargo es el conocimiento de las tasas metabólicas el punto primordial para poder entender la funcionalidad de las comunidades equinociales. La exuberancia de la vegetación en el bosque tropical húmedo y la inmensa

diversidad de formas de vida en él existentes, han sido fuente de inspiración para los poetas, y objeto de admiración para los científicos y naturalistas.

2.— MODELO SOLSTICIAL

Consideración Astronómica

El solsticio es el punto en la eclíptica en el cual el sol está más lejos del Ecuador, al Norte o al Sur. Etimológicamente significa "parada del sol" a causa de que el sol entonces aparentemente se para en su movimiento hacia el norte o hacia el sur. Cronológicamente son las fechas de por allí del 22 de junio y 22 de diciembre cuando el sol sobrepasa los puntos solsticiales (diccionario Webster). La trascendencia del solsticio en este modelo radica en que es la fecha del año en la que la radiación extraterrestre influye en sus cantidades máximas, en el presupuesto de calor, y efectos colaterales de los elementos meteorológicos.

El modelo solsticial de climas tiene su manifestación más tipificada en las zonas temperadas, con dos estaciones térmicas cronológicamente definidas: la del verano alrededor del solsticio de verano y la del invierno alrededor del solsticio de invierno.

El modelo solsticial es significativamente importante en las áreas a partir de los trópicos, hacia el norte y hacia el sur, respectivamente. El área de la tierra influida por el modelo solsticial representa cercanamente el 50% de la superficie del globo, y está delimitada a partir de los trópicos hasta los polos geográficos.

Radiación ingresante extraterrestre.

La energía ingresante extraterrestre medida en latitudes a partir de los trópicos geográficos ($23^{\circ} 30'$) hacia el norte o hacia el sur respectivamente, simula un modelo de curva cercanamente normal (Fig. 1) en la cual el pico corresponde a la fecha de ingreso máximo de energía (solsticio).

Los trópicos (Fig. 1) son las latitudes donde el modelo bimodal cede lugar a un modelo unimodal con un solo máximo de ingreso de energía durante el solsticio curva que gradualmente alcanza su máximo pronunciamiento en la latitud 90° . Desde un punto de vista energético, por consiguiente, existen dos modelos estadísticos perfectamente definidos que pueden ser tipificados como representantes promedios originales de distribución energética en la tierra a saber, modelo bimodal, c equinoccial, y modelo unimodal o solsticial (Fig. 1).

Teóricamente (Tabla 1), el trópico es la latitud en donde por primera vez ocurren los dos días cenitales seguidos uno de otro. Los dos días de insolación cenital ocurren en las fechas de solsticio de verano en el hemisferio respectivo. En la tabla 1 se ilustra esta aproximación teórica considerada en términos de fechas de ocurrencia

de días cenitales desde la latitud cero, hasta los trópicos, en el hemisferio Norte. Si recordamos que el día cenital es el día de mayor ingreso de energía en la zona intertropical, el trópico entonces es la primera latitud en donde se manifiesta un solo pico de ingreso de energía en el año coincidente con el solsticio de verano del hemisferio respectivo.

Presupuesto de Calor

Los datos de presupuesto de calor publicados por London (8) y Budyko (3) mencionados por Flohn (5) permiten evidenciar que el calentamiento en la superficie de la tierra influida por el modelo solsticial mantiene una proporción directa a los hatos de insolación (ingresos de energía extraterrestre). Las transferencias de calor en las manifestaciones momentáneas del tiempo reinante son principalmente por movimientos horizontales del aire.

Los procesos que involucran transferencia de calor por movimiento horizontal del aire se denominan en conjunto advección. La transferencia de calor por advección es la más significativa en las zonas solsticiales.

En resumen la transferencia de calor se caracteriza según Andrade Marín (1) en la zona equinoccial por una variación térmica mínima a lo largo del año y muy notoria en el día, mientras que el tiempo reinante en las zonas solsticiales la variación térmica es máxima a lo largo del año, y mínima a lo largo del día.

En la zona solsticial (de climas temperado) el tiempo reinante está modificado por los avances o recesos de las masas de aire, que determinan condiciones de enfriamiento si provienen de latitudes polares, o calentamientos si provienen de latitudes bajas. Todo esto como queda dicho está íntimamente ligado a los procesos de transferencia de calor por advección en la zona temperada o solsticial. Los regímenes de lluvia y humedad atmosféricos, entre otras manifestaciones localizadas y superficiales de los avances de las masas de aire fuertes.

Dice Flohn (5) que si un frente de aire frío se desplaza para dentro de una masa de aire caliente, una zona inestable se forma muy rápidamente cerca de su borde frontal con numerosas cumulonimbos, que dan por resultado frecuentemente lluvias pesadas. Detrás del frente frío, ocurre usualmente un reemplazo de masas que produce un número pequeño de nubes ondulantes, con vientos chubascosos y buena visibilidad.

Los ciclones y anticiclones de las latitudes medias son casi siempre formaciones, complejas a causa de la distribución asimétrica de la temperatura dentro de ellos. El aire caliente se mueve hacia el norte, en frente de los ciclones y hacia el sur de ellos. El resultado es que aire ascendente, nube espesa y temporal malo predominan en el frente de los ciclones, y movimientos de aire descendente y tiempo reinante diáfano predominan en la parte de barlovento.

El sistema de vientos del Oeste que es predominante en las latitudes medias es el modificador principal del clima y desempeña un papel decisivo en la dinámica de avances y recesos de las masas de aire.

Un sistema complementario de circulación a menudo pasado por alto, es el sistema de vientos del este subpolares determinado por los declives varivos iniciados en el centro polar de alta presión, la depresión subpolar de baja presión y complementados con la jiba subtropical de alta presión. El sistema de vientos del este subpolares ha sido probablemente subestimado en su importancia por su poca intensidad dinámica (2-3 Km/h) y debido a la ubicación en un área geográfica hostil a la vida.

La Lluvia

La lluvia en el modelo solsticial está sujeta a todas las variaciones en tiempo y en espacio que ofrece los avances y recesos de las masas de aire (frentes). La lluvia, de naturaleza adveccional, es de ocurrencia más regularizada (promedialmente) en las zonas templadas, siempre asociadas con los avances y recesos estacionales de las masas de aire. La lluvia en las zonas templadas está asociada con las épocas de primavera y otoño, que son las estaciones térmicas de transición entre solsticios.

En las latitudes medias, las fases del hielo en el proceso de formación de gotas de agua de lluvia(son según Flonh (5) mucho más frecuentes que en las latitudes bajas. En latitudes altas la lluvia pesada casi siempre proviene de nubes que alcanzan una altura donde las temperaturas fluctúan alrededor de menos 10°C. Pero en las latitudes medias solo una proporción del total de lluvia provienen de este tipo de nubes, aún cuando éllas son las verdaderamente responsables de las lluvias pesadas o medianamente pesadas. Cuando la presión de vapor está entre la presión de vapor de saturación de los dos componentes de la nube, a saber: agua y hielo, las partículas de hielo incrementan en tamaño a expensas de las gotas de agua, a causa de que la presión de vapor de saturación sobre una partícula de hielo es menor que aquélla sobre la gota de agua. Eventualmente las partículas de hielo llegan a ser tan pesadas que éllas se desprenden de la nube y se derriten a temperaturas sobre 0°C. La lluvia consistente de gotas gruesas en las latitudes medias y altas es la mayor parte de las veces hielo derretido. A temperaturas sobre 0°C, las gotas de lluvia gruesas formadas de esta manera pueden recoger todavía gotas más pequeñas y crecer así aún más rápidamente.

En latitudes medias, la lluvia de gotas menudas, esto es la llovizna, generalmente cae de nubes en estratos en las cuales la temperatura está sobre cero, que ciertamente excluye cualquier fase de hielo en el proceso de precipitación.

La evaporación y la evapotranspiración están condicionados por la dinámica de la circulación atmosférica básicamente adveccional de las latitudes medias.

Los Biomas

Los biomas solsticiales en cambio son menos ricos en forma de vida, las formaciones vegetales específicamente homogéneas son más abundantes, y la vida está cronológicamente organizada por la alternancia de las estaciones térmicas. La vida se paraliza en el año cuando se traspasa un cero ecológico, térmicamente determinable para cada especie.

Mientras la periodicidad vegetal está determinada por el régimen de calor y de longitud del día en las zonas solsticiales, ésta es aparente determinada por la alternancia de la época seca con la época húmeda en el cinturón equinoccial.

Discusión y Conclusiones

El presente tema analizado en términos de "modelos" indudablemente está sujeto a discusión, pues que el tema flaquea en que no están determinadas las ecuaciones que representan las curvas discutidas.

El camino que se ha seguido para llegar a la asunción de la existencia de dichos modelos es una lógica simple, ya que cuando hay suficientes indicios para asumir la existencia de un modelo, ellos sirven de base para defender su existencia.

El término "modelo" en esta monografía se refiere a la función matemática representada en las curvas (Fig. 1) bajo discusión. La curva que representa al modelo equinoccial (Fig.1) es de configuración cercanamente bimodal en cuanto ofrece una fluctuación doble en un año. Esta, sin embargo, no es una curva verdaderamente bimodal, ni una curva sinusoidal, por cuanto si bien exhibe dos máximos iguales, los mínimos son desiguales. A manera de contraste, la curva que representa el artificialmente denominado "modelo solsticial" exhibe un solo máximo alternado por un mínimo. La curva representativa para ambos modelos se repite en el infinito, en donde el año es la unidad de tiempo. La continuidad de esta curva hacia el infinito está relativamente garantizada gracias a que dichas fluctuaciones son función astronómica y dependen de la configuración cercanamente elíptica del recorrido de la tierra alrededor del sol. De tal modo que la ocurrencia promedial de esta curva promete ser constante a lo largo del tiempo basados en la constancia de la mecánica celeste. No así la cantidad de energía que fluye desde el sol, que está probado que es variable y con periodicidades no exactamente determinadas. Buena información concerniente a la periodicidad climática de la tierra puede leerse en el capítulo sobre variaciones climáticas de Flohn (5) así como también en las actas del Simposio de Roma sobre cambios del clima (20), entre otras referencias.

El modelo solsticial representando por una curva cercanamente normal con un solo máximo por año, es probablemente de más fácil interpretación matemática que la anterior, pues que es de configuración relativamente simple. Todas las curvas en la figura 1 se

repite a lo largo del tiempo. Su continuidad en el tiempo hacia el infinito sigue teóricamente con la misma modalidad en consideración a la constancia de la mecánica celeste.

La aplicación práctica de este planteamiento de modelos de clima es la ubicación conceptual más precisa del término tan generalizadamente usado "trópico".

El trópico en este planteamiento de modelos vuelve a adquirir el concepto original astronómico de línea de cambio. El trópico no indica la característica climática ni fisiográfica que se la da hoy en día según la totalidad de autores listados aquí, sino que es la línea de cambio o zona transicional entre el modelo equinoccial y el modelo solsticial. Lo equinoccial y lo solsticial son lo característico y representativo de medidas estadísticas de tendencia central. El planteamiento de esta monografía por consiguiente no es nuevo, sino una regresión ideológica de conceptos hacia la definición astronómica de trópico. Es importante anotar que los diferentes elementos meteorológicos anotados no actúan independientemente como unidades aparte una de otras, sino al contrario actúan conjunta y sincronizadamente. Aún más, los diferentes elementos meteorológicos medidos con el instrumental disponible en una estación meteorológica, son manifestaciones de etapas dentro de un proceso único de transferencia de energía en los diferentes elementos substanciales que componen la atmósfera. De allí la importancia de iniciar la presente discusión con su planteamiento de los modelos de distribución de la energía extraterrestre sobre la tierra.

Autores de la última década tales como: Ventshevit (21), Molga (9), Vithevich (22) Wang (23), Thompson (19), Hesse (6) Trojer (16), Shaw (12), Chang (4) y Flohn (5) tienden a dar cada vez mayor importancia a la climatología dinámica, o del tiempo reinante, E. Federov, Tor Bergeron, F. Hader, H. Flohn y H. Trojer, mencionados por Trojer (16) conciben una climatología moderna en base a una consideración global simultánea de todas las manifestaciones del tiempo reinante. Esta "climatología dinámica" según Trojer (16) pretende tratar la frecuencia, sucesión y acción local de los estados atmosféricos característicos bajo un concepto de climatología del tiempo reinante.

Desde un punto de vista agronómico y a manera de apéndice Chang (4) hace recordar que las plantas están constantemente sumergidas en un campo de radiación y que su crecimiento está profundamente afectado por intercambios de energía. Chang (4) considera que cerca a la superficie de la tierra la energía geopotencial y cinética son de importancia secundaria para los seres vivos. Los dos dominios importantes de significación biológica son según Chang (4): 1) el presupuesto de energía de radiación y calor sensible y 2) el balance de agua o flujo de energía latente. Uno de los problemas centrales en meteorología agrícola, concluye Chang (4), es entender el mecanismo de intercambio de energía entre las plantas y el ambiente físico, y buscar los medios de mejorar la eficiencia del uso de la energía y del agua por las plantas.

LITERATURA CITADA

1. ANDRADE MARIN, LUCIANO.— Nociones fundamentales sobre Agricultura, la Geografía Agrícola y la Climatología (en Guía Cultivos Pichincha). Imprenta Don Bosco, Quito, Ecuador. 97 pp. 1951.
2. AUBREVILLE, A. M.— Conferencias sobre Ecología Forestal. Traducido por J. M. Montoya y Revisado por G. Budowski. Instituto Interamericano Ciencias Agrs., Turrialba, Costa Roca, 74 pp. 1965.
3. BUDYKO, M. I.— Atlas Teploveno Balansa Zemново Shara, Leningrad. 1963.
4. CHANG, JEN - HU.— Climate and Agriculture. An ecological survey. Chicago, Aldine Publishing Company, 296 pp. 1968.
5. FLOHN, HERMANN. —Climate and Weather, McGraw-Hill Book Co., N. Y. Toronto 253 pp. 1969.
6. HESSE, W.— Grundlagen der Meteorologie, für landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, Leipzig. 568 pp. 1966.
7. HOLDRIGE, L. R.— Determination of world Plant Formation from simple Climatic Data. Science 105 (2727): 367-368. 1947.
8. LONDON, J.— A Study of the Atmospheric Heat Balance. University Dept. of Meteorological Oceanography, New York. 1957.
9. MOLGA, M.— Agricultural Meteorology, Part II Outline Of Agrometeorological Problem. Office of Teclimcal Services, U.S. Department Of Commerce. Washington 25. D.C. 351 pp. 1962.
10. MONTOYA, JORGE M.— Apuntes de Ecología Básica. Recopilación por Pilar de Alvear y Germanico Chacón. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, 105 pp. 1971.
11. PITA, SUAREZ, PIO.— El período diurno en las lluvias de los Andes Ecuatoriales. Revista Acad. Col. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol X (41): 327-337. 1959.
12. SHAW, R. H.— Editor. Grund Level Climatology. Publication No. 86. American Association to the Advancement. Of-Science. Washington D.C. 395 pp. 1967.
13. TREWARTHA, GLENN.— An Introduction to climate, 3d. ed. MacGraw-Hill, N. Y. 402 pp. 1954.
14. —————.— The Earth's Problem Climates. Univ. of Wisconsin Press. 334 pp. 1966.
15. TROJER, HANS.— Meteorología y Climatología de la Vertiente del Pacífico Colombiano, Revista Acad. Col. de Ciencias Exactas, Físicas, Química y Naturales. Vol. X (40) 199-220. 1958.

16. —————.— Introducción a la Meteorología y Climatología Agrícola Tropical. Curso mimeografiado, Instituto Interamericano Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. 1966.
17. TROJER, HANS.— Algunas características Agroclimatológicas del trópico Americano. Reunión Internacional sobre Problemas de la Agricultura en los Trópicos Húmedos de América Latina, Lima, Perú, Belem do Para, Brasil, 1966.
18. ————— y J. M. MONTOYA MAQUIN.— Trópicos Húmedos, una definición. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano Ciencias Agrícolas. 3 pp. 1968.
19. THOMPSON, P. D.— R. O' BRIEND and editors of Life. Weather, Life Science Library, Time Inc., N. Y. 200 pp. 1965.
20. UNISCO - WMO.— Climatic Change, Proceedings of the Rome Symposium, París. 1963.
21. VENTSKEVICH, G. Z.— Agrometeorology, translated from russian. Israel Program for Scientific Translation. Ltda. Office of Technical Services. U.S. Dept. Of Commerce, Washington 25, D. C. 300 pp. 1961.
22. VITKEVICH, V. I.— Agricultural Meteorology, Translated from Russian, Israel Program for Scientific, translations. Office of Technical Services, U. S. Department of Commerce, Washington 25 D. C. 320 pp. 1963.
23. WANG, JEN-HU.— Agricultural Meteorology. Pacemaker Press, Milwaukee, Wisconsin. 693 pp. 1963.