



# LAS TIERRAS DISPONIBLES PARA LA PRODUCCION Y SU CLASIFICACION CONFORME A SU VOCACION PARTICULAR (En el caso del café)

**Ing. Oscar E. Rojas**  
Consultor IICA/SEPSA  
en agroclimatología y  
zonificación de cultivos.



## INTRODUCCION

En la definición de la disponibilidad de la tierra para la producción agropecuaria y su clasificación según su vocación, entran en juego dos aspectos biofísicos indispensables de analizar: suelo y bioclima.

En países en vías de desarrollo como el nuestro, existen áreas geográficas que no están siendo explotadas y que de serlo se ignoran, los cultivos que devengarían la mayor utilidad desde el punto de vista económico y que a la vez estén acordes con una explotación racional de los recursos naturales.

Además, en otras regiones el agricultor realiza actividades agropecuarias que no son las más apropiadas al medio agroecológico, obteniendo rendimientos de medios a marginales y en muchos casos deteriorándolo.

Por otra parte, generalmente, existen en estos países abundantes estudios socioeconómicos fundamentados en la teoría macroeconómica y en el análisis de oferta y demanda, cuyos resultados señalan los diferentes cultivos que tienen las mejores perspectivas de exportación. Pero a pesar de estos estudios, los planes de desarrollo trazados solamente sobre una base ma-

croeconómica no pueden dar resultados tan satisfactorios como aquéllos que integran un marco de referencia biofísico, establecedor de los potenciales productivos de las áreas o regiones sobre las cuales va a recaer el planeamiento.

Todo programa de desarrollo agrícola para su efectiva planeación y ejecución deberá integrar dos etapas que son indispensables en la definición de políticas agrícolas. La primera etapa, es la evaluación del potencial agroecológico de la micro o macrorregión que se desee desarrollar. Esta etapa relaciona el clima y el suelo de la región, con los cultivos alternativos de posible fomento. Como resultado se determinan cuáles de estos cultivos son, desde un punto de vista agroecológico, los más adecuados para incentivar (Rojas, O. y Eldin, M., 1983).

La segunda etapa se refiere a la evaluación del potencial socioeconómico de la región. En ella se analizarán las variables socioeconómicas más importantes para el desarrollo de los diferentes cultivos que se hayan determinado en la primera etapa como ecológicamente factibles de explotar. Dichas variables podrían ser, por ejemplo: la disponibilidad de capital en la zona, disponibilidad de mano de obra, infraestructura, costos de oportunidad, demanda por el producto, etc.

Con el fin de desarrollar y dar las herramientas necesarias para la formulación de recomendaciones tendentes a elaborar políticas de planificación del espacio agrícola, han surgido diferentes programas. En los años sesenta se dieron a la luz una serie de programas acerca del estudio de los recursos para el desarrollo. Entre éstos se destaca en América Tropical el llevado a cabo por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en su centro de enseñanza e investigación en Turrialba, Costa Rica (García, J., 1980).

Posterioros estudios a principios de los setenta, con cierto nivel de integración, también llevados a cabo por el IICA en Turrialba, culminaron en proyectos concretos de regionalización (Aguirre, J., 1970 a y b; Quirós, R., 1969; Blanco, E., 1971), zonificación agropecuaria (Armuelles, R., 1969) y zonificación de cultivos (IICA, 1971 a y b; Montoya, M., y García, J., 1971), en distintos países.

Estudios recientes desarrollados por el IICA han actualizado la metodología de zonificación de cultivos (Rojas, O. y Eldin, M., 1983; Rojas, O., 1986; Rojas, O., 1987). De igual forma la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Desarrollo Agropecuario y de Recursos Naturales Renovables (SEPSA) trabaja desde 1984, en coordinación con el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, instituciones del sector y la colaboración del IICA, en un programa de zonificación agropecuaria, cuyo propósito es el de crear una herramienta que permita orientar las acciones sectoriales hacia las áreas con mayor potencial para su desarrollo (Protti, F. et al, 1985).

A continuación se presentan los resultados de zonificación obtenidos por el IICA en el caso del cultivo del café. Se introducen a la metodología de zonificación técnicas modernas de modelización del desarrollo del cultivo y análisis agroclimáticos más finos de uno de los prin-

cipales factores del clima limitantes para la producción agrícola en los países de la zona intertropical: la precipitación. Estas técnicas agroclimáticas están siendo transferidas al equipo de zonificación de SEPSA y se espera enriquezcan dicha metodología.

## ESQUEMA METODOLOGICO DE ZONIFICACION

Con el objeto de lograr una mejor presentación de la estructura metodológica se ha dividido ésta en etapas operativas:

*Primera etapa:* Obtención de información en fuentes secundarias (definición de los requerimientos agroecológicos de los cultivos).

*Segunda etapa:* Constitución de un banco de datos meteorológicos y estimación de los elementos climáticos deficitarios para el área en estudio.

*Tercera etapa:* Estudio, análisis de las condiciones hídricas.

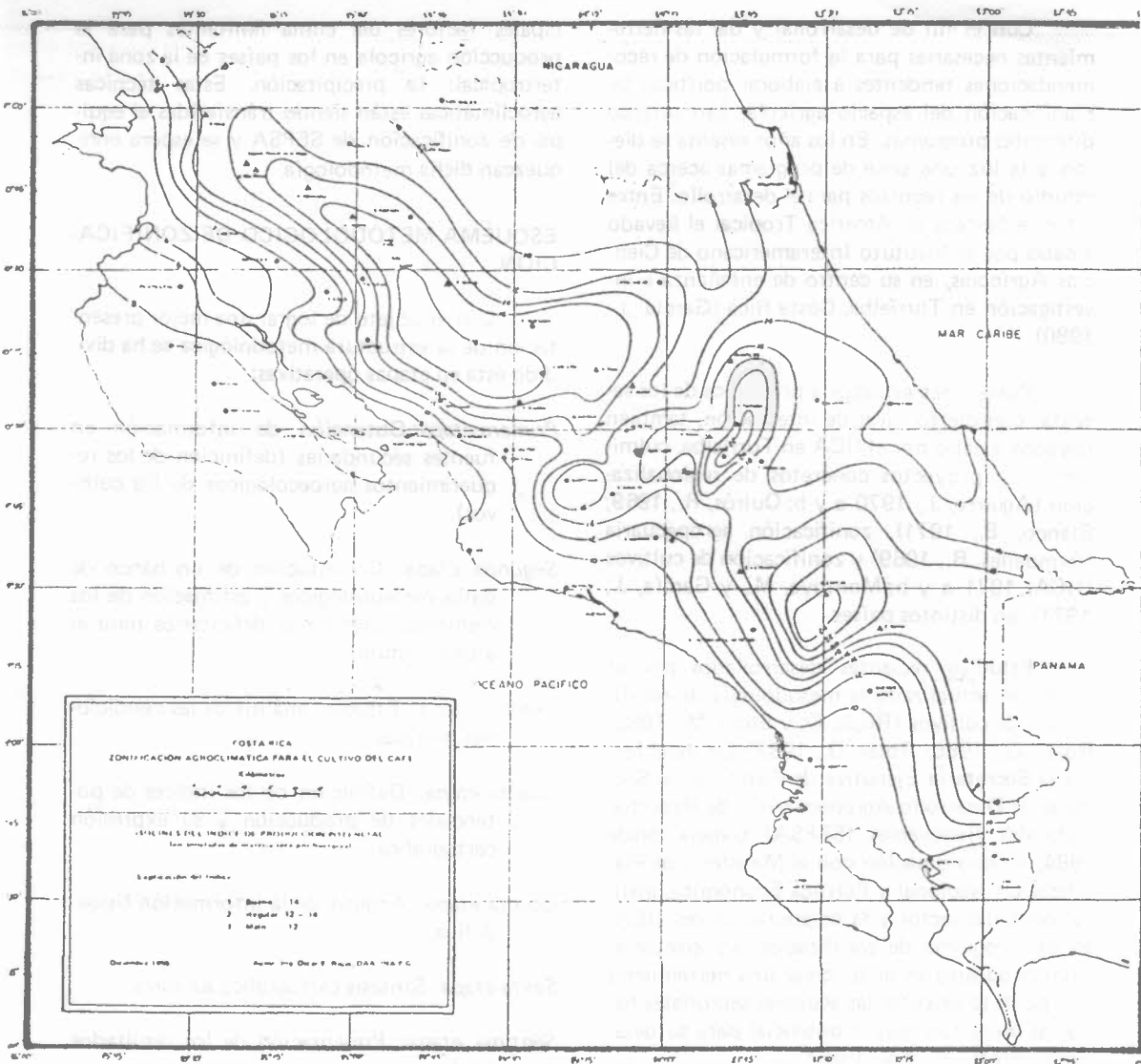
*Cuarta etapa:* Definición de los índices de potenciales de producción y su expresión cartográfica.

*Quinta etapa:* Análisis de la información fisiográfica.

*Sexta etapa:* Síntesis cartográfica sucesiva.

*Séptima etapa:* Presentación de los resultados finales.

El seguimiento de las siete etapas anteriores dará como resultado la zonificación agroecológica del cultivo en estudio (mapa 1) (Rojas, O., 1986).



MAPA 1

COSTA RICA. ZONIFICACION AGROCLIMATICA PARA EL CULTIVO DEL CAFE.

## ZONIFICACION AGROECOLOGICA DEL CAFE

### *Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo (Primera etapa)*

Al igual que todo cultivo, el café presenta límites de adaptación a las diferentes condiciones climáticas. La falta muchas veces de la definición exacta de estos umbrales climáticos e influencia de determinado factor o factores del clima en las diferentes etapas del desarrollo dificultan la modelización precisa de las interacciones cultivo-clima, necesarias para la evaluación de las potencialidades agroclimáticas.

La influencia de la luz (radiación solar) se manifiesta en los cultivos según tres características: intensidad (irradiación), calidad y duración (fotoperíodo). De éstas, la que más influencia tiene sobre el comportamiento del género *Coffea* es la intensidad lumínica (Carvajal, J., 1972).

El abuso de la sombra es la causa aparente de los bajos rendimientos en cafetos sembrados bajo este sistema (Vásquez, R., 1983). La poca luz, unida a la alta humedad relativa, favorece la incidencia de enfermedades que causan problemas en la maduración y recolección (Campos, C., 1978). Cannel (1972) ha puesto en duda el papel de la duración del día en el control del crecimiento y la florescencia del café; sugiere que los cambios estacionales en el crecimiento y en el desarrollo de las flores de los árboles adultos en la mayoría de las áreas donde se cultiva café, son regulados por factores diferentes al fotoperíodo, principalmente la fluctuación de la longitud del día durante el año es tan poca que se asume carece de influencia sobre el crecimiento (Maestri, M. y Barros, R., 1981).

En relación con la precipitación, existen diversidad de opiniones sobre los rangos ópti-

mos para el café. Carvajal (1972) indica que una precipitación anual entre 1.600 y 1.800 mm es ideal y que el mínimo absoluto es cerca de 1.000 mm, por debajo de esta precipitación los rendimientos son muy fluctuantes y bajos (García, J., 1968). Para Campos (1978) el rango ideal se encuentra entre 2.000 y 2.300 mm, con un número de 245 días de precipitación y un máximo de 245.

Una buena distribución de la lluvia y la existencia de un período seco favorecen el crecimiento del café. El período seco parece ser importante para el crecimiento de la raíz, la maduración de las ramas formadas durante el período lluvioso previo, iniciación de flores y la maduración de frutos (Gómez, G., 1972; Maestri, M. y Barros, R., 1981).

Existe abundante literatura que indica que la floración del café está asociada con la distribución de las lluvias y que la apertura de las flores puede ser inducida experimentalmente, manipulando los períodos de sequía y de humedad (Alvin, P. de T., 1960; Frederico, D. y Maestri, M., 1970; Gopal, N. y Vasudeva, N., 1973). Algunos autores (Gopal, N. et al, 1975) hablan incluso de lluvias de floración cuya magnitud oscila entre 23,9 a 38,2 mm. Este fenómeno en el cual la antesis (apertura de las flores) ocurre en respuesta a lluvias seguidas de un período de "stress" hídrico se denomina "hidroperiodismo" (Alvin, P., 1960).

Según Carvajal (1972), en la mayoría de las regiones caficultoras del mundo, la fluctuación estacional de la temperatura no constituye problema, excepción hecha en algunas áreas en Brasil donde ocurren heladas. Como temperatura media del mes más cálido se señalan valores de 23°C y 27°C. Se ha comprobado que temperaturas arriba de este límite aceleran el crecimiento vegetativo y frecuentemente ocurre muerte descendente, así como floración y fructificación limitadas (Frederico, D. y Maestri,

M., 1970; Gopal, N. y Vasudeva, N., 1973). Temperaturas promedio del mes más frío entre 16°C ó 13°C provocan el cese de crecimiento y el arbusto alcanza poco tamaño (Carvajal, J., 1972). El crecimiento vegetativo parece favorecerse más con la disminución de la temperatura que con el aumento de la misma. Las altas temperaturas inhiben el crecimiento, ya que arriba de 24°C comienza a disminuir la fotosíntesis neta, tornándose insignificante a 34°C.

#### *Definición del período de cultivo por medio del análisis frecuencial de lluvias (Tercera etapa)*

La definición del período de cultivo es básica para integrar la función de producción del cafeto, además proporciona información importante en la determinación de las áreas con potencial agroecológico para este cultivo.

García (1968) señala como límite de distribución en el tiempo, cuatro a tres meses de sequía relativa y de ser posible que correspondan estos meses al período de reposo vegetativo, que precede a la floración principal. Campos (1978) menciona como número máximo de días con precipitación 145. De lo anterior se deduce que períodos potenciales de crecimiento de duración superior a los 260 días no son adecuados para el cultivo del café. En el mapa 1 se aprecia que gran parte del Atlántico y la región norte del país presentan una inadecuada distribución de la precipitación con períodos de hasta 360 días.

Al analizar los gráficos del estudio frecuencial para regiones cuyos resultados se encuentran sobre la isolínea de los 260 días: Turrialba, Ciudad Quesada, se nota que la falta de una época seca definida producirá efectos desfavorables en el rendimiento final del cafeto. Esto provocará que las yemas florales crezcan continuamente resultando en floraciones sucesivas, con las consecuentes desventajas de cosecha, en calidad del grano y economía (figuras 1 y 2).

Se presenta, el caso contrario, en las zonas con una duración menor para el período potencial de cultivo (figura 3). Es interesante resaltar el hecho de que dentro de la época seca ocurren lluvias que aunque no sobrepasan el valor de ETP/2 para la década serían suficientes para provocar la antesis del cafeto. Esto se aprecia en la figura 3 para la región de Naranjo a finales del mes de febrero. La frecuencia para la lluvia acumulada por diez días es baja (0,2), sin embargo, si el análisis se hiciera en función de una lluvia aislada para un día, su frecuencia de ocurrencia sería mayor. Este fenómeno implica picos de floración, lo cual es ventajoso al provocar una mayor homogeneidad en la maduración del grano.

#### *Definición de las potencialidades de producción para el cafeto (Cuarta etapa)*

El valor de este índice, aunque se expresa en toneladas de materia seca por hectárea, debe ser considerado ante todo como un valor relativo y se recuerda que su propósito principal es permitir la definición y comparación de zonas geográficas diferentes desde el punto de vista de las potencialidades climáticas de producción agrícola. El índice se calculó para 100 estaciones meteorológicas, a partir de estos resultados por estación, se pasa al estudio y análisis de los campos escalares para el trazado de las isolíneas del índice de producción potencial. De este estudio resulta el mapa 2, del que se derivan varias observaciones interesantes. La primera se refiere al potencial sobresaliente de todo el Valle Central, el cual se encuentra limitado por la isolínea de las 14 toneladas de materia seca por hectárea. Una segunda está en relación con los cuatro focos de alta producción de biomasa neta.

El primero entre Zarcero y Tilarán, el segundo alrededor de Santiago de Puriscal, el tercero entre Pacayas y el volcán Turrialba y el cuarto alrededor del cerro Chirripó. Estos focos

**ESTACION TURRIALBA IICA**  
ANALISIS FRECUENCIAL DE LLUVIAS

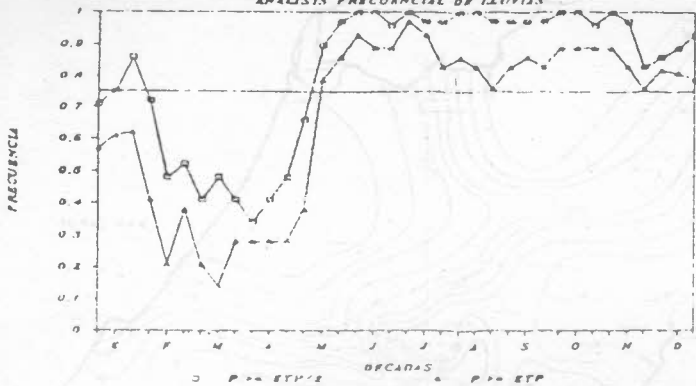


Figura 1

**ESTACION CIUDAD QUESADA**  
ANALISIS FRECUENCIAL DE LLUVIAS

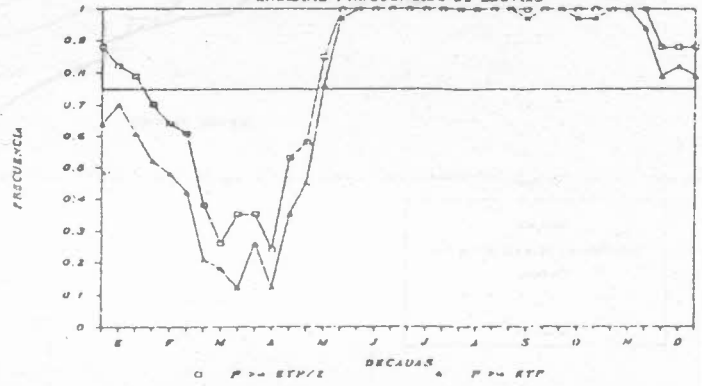


Figura 2

**ESTACION B. PILAS NARANJO**  
ANALISIS FRECUENCIAL DE LLUVIAS

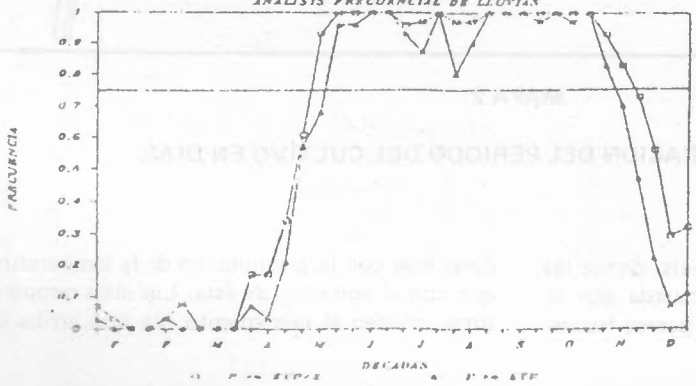
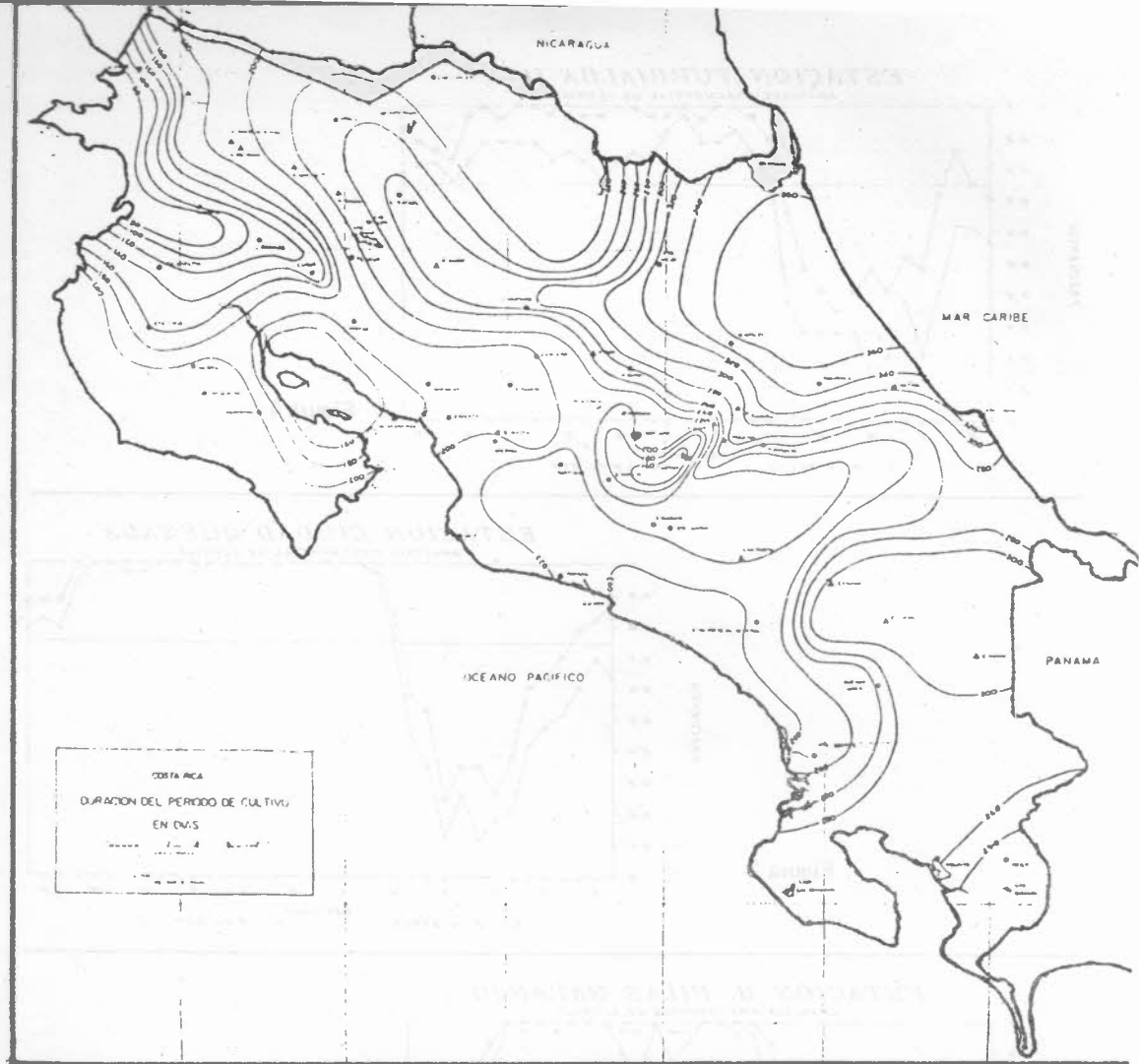


Figura 3



MAPA 2

**COSTA RICA. DURACION DEL PERIODO DEL CULTIVO EN DIAS.**

se ubican en las zonas altas del país, donde las temperaturas disminuyen. Se recuerda que el crecimiento vegetativo del cafeto parece favore-

cerse más con la disminución de la temperatura que con el aumento de ésta. Las altas temperaturas inhiben el crecimiento, ya que arriba de



24°C comienza a disminuir la fotosíntesis neta, tornándose insignificante a 34°C. (Maestri, M. y Barros, R., 1981).

Estos focos de alta producción de biomasa presentan las siguientes características climáticas: exceptuando el segundo (alrededor de San Ignacio de Acosta), los otros focos se caracterizan por las temperaturas promedio bajas durante la época seca, siendo inferior a los 18°C (Pacayas, Zarcero, Chirripó). Estas temperaturas presentan el inconveniente de influir sobre la duración del período de crecimiento y desarrollo del fruto. A temperaturas promedio del orden de los 18°C–20°C, en San Antonio de Coronado, el fruto tarda casi nueve meses para madurar. Esto último implica inconvenientes desde el punto de vista de una explotación comercial, por lo que estas regiones altas deberán ser consideradas como marginales para el cultivo.

#### *Análisis de las variables fisioedáficas (Quinta etapa)*

Se reclasificaron las unidades del mapa de asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica según su aptitud para el cultivo del café. Se obtuvieron tres categorías: suelos aptos, suelos moderados y suelos no aptos. Además, como información adicional se señaló para los suelos no aptos el tipo de restricción de cada unidad. Se indicaron las siguientes restricciones: drenaje, profundidad, pedregocidad, fertilidad, textura y salinidad.

#### *Síntesis cartográfica (Sexta etapa)*

La determinación de las zonas con potencial agroecológico para el cultivo del café se obtuvo mediante la sobreposición de los tres mapas anteriormente descritos (escala 1:500.000).

Cada uno de estos índices se clasificó en tres categorías: bueno, regular y malo, con el

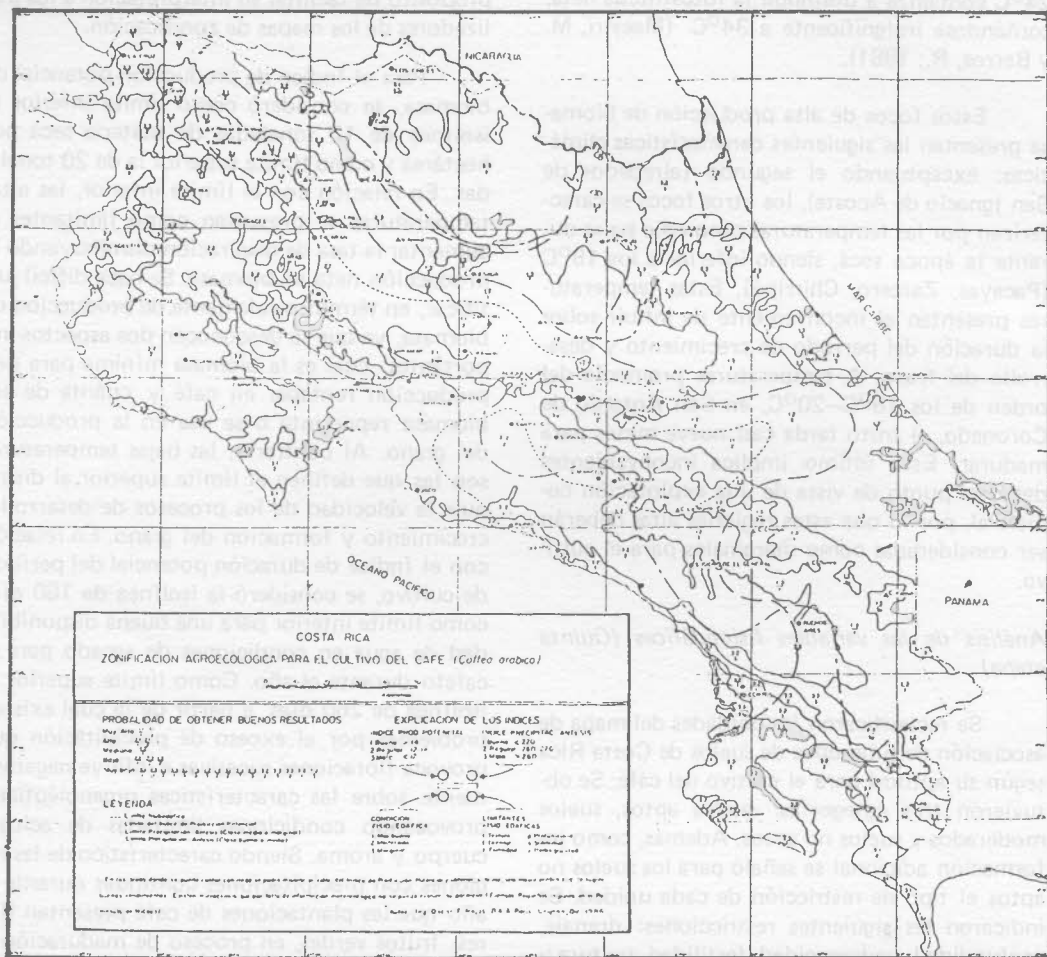
propósito de facilitar su interpretación a los utilizadores de los mapas de zonificación.

Para el índice de producción potencial de biomasa, se consideró como límite inferior la isolínea de 12 toneladas de materia seca por hectárea y como límite superior la de 20 toneladas. En relación con el límite inferior, las altas temperaturas se presentan como limitantes al aumentar la tasa de respiración disminuyendo la producción neta en biomasa. Se hace difícil justificar, en términos solamente de producción de biomasa, ya que se desconocen dos aspectos importantes: cuál es la biomasa mínima para una producción rentable en café y cuánta de esa biomasa representa o se usa en la producción del grano. Al contrario, las bajas temperaturas son las que definen el límite superior al disminuir la velocidad de los procesos de desarrollo, crecimiento y formación del grano. En relación con el índice de duración potencial del período de cultivo, se consideró la isolínea de 160 días como límite inferior para una buena disponibilidad de agua en condiciones de secado para el café durante el año. Como límite superior la isolínea de 260 días, a partir de la cual existen problemas por el exceso de precipitación que provoca floraciones sucesivas e influye negativamente sobre las características organolépticas, provocando condiciones limitadas de acidez, cuerpo y aroma. Siendo característico de las regiones con precipitaciones continuas durante el año que las plantaciones de café presentan flores, frutos verdes, en proceso de maduración y maduros, a la vez. Esto provoca, a nivel de la taza, un sabor característico denominado "grassy".

#### *Presentación resultados finales (Séptima etapa)*

Como resultado de la síntesis cartográfica se obtiene el mapa 3, que constituye la zonificación agroecológica del café en Costa Rica a una escala 1:500.000.

Las unidades delimitadas fueron caracteri-



MAPA 3

**COSTA RICA, ZONIFICACION AGROECOLOGICA PARA EL CULTIVO DEL CAFE (*COFFEA ARABICA*).**

zadas por un número fraccionario (a/b) con el propósito de facilitar su interpretación. Este número tiene el siguiente significado: en el numerador aparecen dos números; el primer número

representa la clasificación del índice de producción potencial, o sea, se señala si es posible esperar un buen rendimiento en biomasa por hectárea. El segundo número representa la categoría

del índice de precipitación-antesis e indica cómo son las condiciones del clima en relación con la floración y formación del grano del café. Por otro lado, en el denominador aparece un número acompañado de una letra; el número representa la categoría fisioedáfica y la letra las posibles limitantes que deben ser consideradas para un manejo eficiente del suelo.

## COMENTARIO FINAL

En cultivos tradicionales como el café es interesante comprobar como los resultados teóricos se aproximan con bastante exactitud a la experiencia práctica acumulada por el agricultor en el transcurso de los años. Es así como el Valle Central resulta con el potencial agroecológico más atractivo para *C. arabica*, y algunas zonas en Turrialba y San Carlos deberían ser consideradas como marginales. En el estudio de zonificación de los cultivos tradicionales, pareciera radicar mayor interés, en determinar aquellas áreas marginales y poder justificar, con un criterio científico, el parámetro ecológico limitante. Lo anterior contrasta con el objetivo buscado en los estudios de zonificación para cultivos no tradicionales, en el que el interés primordial es la definición de las zonas de buen potencial agroecológico para la introducción de los nuevos cultivos.

Las áreas donde se demostró el bajo potencial agroecológico para el cultivo comercial de *Coffea arabica*, serán las primeras áreas que tendrán que ceder lugar a cultivos más apropiados al medio agroecológico de la región dentro

de una política racional de diversificación de cultivos.

Las nuevas técnicas de manejo y prácticas culturales tendentes a aumentar la productividad del cafeto se deberán enfocar en las regiones con mayor potencial agroecológico. De esta forma, se podrán liberar las áreas con potencial marginal, sin que esto implique una disminución de la producción nacional.

Lo anterior no es fácil de realizar en el corto plazo, pero con una adecuada política de incentivos bien dirigida (por ejemplo: crédito sólo para los cultivos ubicados en las zonas con buen potencial agroecológico), con el apoyo de una eficiente campaña de extensión agrícola para introducir los cultivos alternativos en las áreas marginales para el cafeto, se podrá en un futuro lograr un mejor uso de los factores de producción.

Con este ejemplo de zonificación se ilustra una metodología para definir los límites del espacio agrícola en relación con un cultivo así como la clasificación de la tierra en relación con su vocación. Además, si se aplica este esquema metodológico a los principales cultivos del país se podría definir el grado de competencia por la tierra de un cultivo respecto de otro; con esta base se harían los estudios pertinentes para determinar el mejor uso.

Por otro lado, si estos resultados agroecológicos se complementan con estudios socioeconómicos, se podrían definir las políticas agrícolas con mejores elementos de juicio.

## LITERATURA CITADA

- ALVIN, P. de T. 1960. Fisiología del crecimiento y de la floración del café. *Café*, 2 (6) 57-64.
- AGUIRRE, J.A. 1970. **Proyecto de regionalización agropecuaria del istmo centroamericano**. Documento de Trabajo. Turrialba. Costa Rica. IICA. Sp.
- AGUIRRE, J.A. 1970. **Regionalización agrícola de Guatemala, Honduras y Nicaragua**. Documento de trabajo. Turrialba. Costa Rica. IICA. 30 pp.
- ARMUELLES, R. 1969. **La zonificación agropecuaria de Panamá**. Turrialba. Costa Rica. 231 pp.
- BLANCO, E. 1971. **Regionalización agrícola de Nicaragua**. Turrialba. Costa Rica. 514 pp.
- CAMPOS, C.E. 1978. **El café en Costa Rica. Información General**. Costa Rica. Departamento de Investigaciones en Café. 16 pp.
- CANNEL, G.R. 1972. Photoperiodic response of mature trees of arabica coffee. *Turrialba*, 22: 198-206.
- CARVAJAL, J.F. 1972. **Cafeto—cultivo y fertilización**. Berna. Instituto Internacional de la Pota-sa. 141 pp.
- FREDERICO, D. y MAESTRI, M. 1970. Ciclo de crecimiento dos botoes florais de café. *Revista Ce-res (Brazil)*, 27 (92) 171-181.
- GARCIA, J. 1968. Clima agrícola del café (*C. arabi-ca L.*) y zonas potenciales en los Andes de Ve-nezuela. *Agronomía Tropical*, 28 (1) 57-85.
- GARCIA, J. 1980. **Estructura metodológica para la caracterización agroecológica de áreas por procesamientos cuantitativos de análisis y su posterior zonificación**. Universidad Experimental Francis-co de Miranda. Venezuela. 451 pp.
- GOMEZ, G.L. 1972. Influencia de los factores climá-ticos sobre la periodicidad de crecimiento del ca-feto. *Cenicafé*, 28 (1) 3-17.
- GOPAL, N.H. y VASUDEVA, N. 1973. Physiological studies on flowering in arabica coffee under South Indian Conditions I. Growth of flower buds an flowering. *Turrialba*, 23 (2) 143-153.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS, 1971. **Informe sobre el proyecto de zonificación ecológica de cultivos de consu-mo básico y tradicionales de exportación para los países del Mercado Común Centroamerica-no**. Turrialba. Costa Rica. CIES. 59 pp.
- . 1971. **Informe sobre el proyecto de zonifica-ción ecológica de cultivos de consumo básico y tradicionales de exportación para la República de Panamá**. Turrialba. Costa Rica. CIEI. 51 pp.
- MAESTRI, M. y BARROS, R. 1981. **Ecofisiología de cultivos tropicales**. *Café*. IICA. Publicación mis-celánea. No. 288. 50 pp.
- MONTOYA, M. 1971. **Informe sobre el proyecto zoni-ficación ecológica de cultivos de consumo bá-sico y tradicionales de exportación para los países del Mercado Común Centroamericano**. Turrial-ba. Costa Rica. IICA (100 mapas 1:500.000). 59 pp.
- PROTTI, F.; WEISS, J. y ROJAS, L. 1985. **Zonifica-ción agropecuaria: Esquema metodológico y su aplicación al caso de la Región Huetaer Norte**. San José. Costa Rica. IICA. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Desarrollo Agrope-cuario y de Recursos Naturales Renovables. 96 pp.

- QUIROS, R. 1969. **La regionalización agrícola en Centroamérica y Panamá.** /n: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Décimo Cuarta Reunión del Consejo Técnico Consultivo del IICA. Quito. 24 pp.
- ROJAS, O. 1986. **Estudios agroclimáticos y zonificación agroecológica de cultivos: Metodología y resultados.** Serie Publicaciones Misceláneas. N° A1/CR-86-006. San José. Costa Rica. IICA. 106 pp.
- \_\_\_\_\_. 1985. **Estudio agroclimático de Costa Rica.** IICA. Serie de Publicaciones Misceláneas. N° 617. 178 pp.
- \_\_\_\_\_. 1987. **Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica.** IICA. Serie Publicaciones Misceláneas. N° A1/OCR-87-007. 83 pp.
- VASQUEZ, R. 1983. El uso de la sombra en el cafetal. **Noticiero del café.** Costa Rica. 19 (221) 2-3.