

Determinación del Potencial Agroecológico para el Cultivo del Café (*Coffea arabica*) en Costa Rica¹

O E Rojas*

ABSTRACT

This paper establishes agro-ecological zones for the coffee crop in Costa Rica. Definitions of zoning units are based on the combination of three indexes: potential yield, climatic conditions needed for anthesis of coffee, and soil class. Potential yield was calculated by means of a production function which correlates the most important climatic variables (solar radiation and air temperature) to the biological processes which determine net biomass production (photosynthesis and respiration). A frequential analysis of rainfall was also used; it expresses water availability for the crop in terms of probability of occurrence of a certain amount of rainfall related to potential evapotranspiration (ETP) for the period under consideration. A period of ten days was selected for the analysis, as this is consistent with the water reserve in average soils. The discussion of climatic conditions necessary for coffee flower initiation is based on rainfall probabilities and the analysis of temperature. Units are classified and placed in decreasing order of probability of good yields, to facilitate interpretation for users of the resulting agroecological zoning map.

INTRODUCCION

Para su efectiva planeación y ejecución, todo programa de desarrollo agrícola deberá integrar dos etapas indispensables en la definición de políticas agrícolas. La primera etapa es la evaluación del potencial agroecológico de la micro o macro región que se desea 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. Con ello, se podrá realizar una explotación racional que sea acorde con la capacidad productiva de los recursos naturales, procurando a la vez el equilibrio y la conservación de los ecosistemas.

La segunda etapa se refiere a la evaluación del potencial socioeconómico de la región. En esta etapa se

¹ Recibido para publicación el 20 de julio de 1989.

La presente investigación se desarrolló dentro del marco de las actividades del proyecto PROMECAFE del IICA.

* Especialista en Agroclimatología. Escuela de Ingeniería Agrícola y Estación Experimental Fabio Baudrit Universidad de Costa Rica.

COMPENDIO

El presente trabajo muestra una zonificación agroecológica del cultivo del café en Costa Rica. Las unidades de zonificación son definidas mediante la combinación de tres índices: rendimiento potencial, condiciones climáticas necesarias para la antesis del cafeto y clase de suelos. El rendimiento potencial es calculado por medio de una función de producción que relaciona las variables más importantes de clima (radiación solar y temperatura del aire) con los procesos biológicos determinantes en la producción neta de biomasa (fotosíntesis y respiración). Además, se emplea el análisis frecuencial de lluvias el cual expresa la disponibilidad de agua para el cultivo, en términos de probabilidades de ocurrencia de una cantidad de lluvia relacionada con la evapotranspiración potencial (ETP), durante la formación de la flor del café. El período de análisis seleccionado fue de diez días, por guardar relación con la reserva hídrica de un suelo con características promedio. Las condiciones climáticas necesarias para la antesis del cafeto se fundamentan en el conocimiento de las probabilidades de ocurrencia de la precipitación y del análisis de la temperatura en la época de la floración. Las unidades son clasificadas y jerarquizadas de mayor a menor probabilidad de obtener buenos rendimientos, con el afán de facilitar a los usuarios la interpretación del mapa de zonificación agroecológica obtenido.

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: la disponibilidad de capital en la zona, disponibilidad de mano de obra, infraestructura, costos de oportunidad, demanda por el producto, etc. La zonificación agroecológica es el instrumento más adecuado para alcanzar con éxito los objetivos de la primera etapa; resume en forma bastante clara para los economistas y planificadores agrícolas, el potencial agroecológico de la región bajo estudio.

En el presente artículo se pretende determinar el potencial agroecológico de las diferentes regiones del país, en relación al cultivo del café (*Coffea arabica*). Para ello, se introducen técnicas de análisis agroclimático que se integran a los estudios clásicos del uso potencial del suelo; se espera que estas técnicas sirvan como una contribución a la metodología de zonificación agroecológica de cultivos. No se pretende abordar el campo de la segunda etapa, pero, se considera que éste deberá ser el paso inmediato a realizarse.

MATERIALES Y METODOS

Se tomó como base para el presente trabajo, la división de Costa Rica en regiones físico-geográficas del Instituto Meteorológico Nacional para realizar los análisis y las estimaciones de tipo agroclimático por región homogénea. Se empleó una base de tiempo de diez días para estudiar cada variable climática

Como guía general, se utilizó el esquema metodológico desarrollado en la década de los años setenta por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (10, 16) con las modificaciones introducidas por Eldin y Rojas (6, 20). Las etapas que comprende dicho esquema son:

a) **Primera etapa:** Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo.

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

En esta etapa se emplearon los datos de 101 estaciones meteorológicas (precipitación diaria, brillo solar y temperaturas máxima y mínima), con más de 20 años de registro. Se emplearon las ecuaciones propuestas por Rojas (21) para estimar la duración de la insolación y la temperatura

c) **Tercera etapa:** Definición del periodo de cultivo por medio del análisis frecuencial de lluvias

Esta análisis tiene por objetivo estudiar la disponibilidad de agua para el cultivo del café, a lo largo del año (22, 23). Emplea, en lugar de promedios, las probabilidades las cuales tienen un mayor significado e interés en la producción agrícola. El periodo de cultivo es constituido por las décadas que presenten una frecuencia superior a 0.75 de que la lluvia acumulada por diez días supere la mitad de la evapotranspiración potencial (ETP/2). Para el cálculo de la ETP, se utilizó la fórmula de Priestley-Taylor (19)

d) **Cuarta etapa:** Definición de las potencialidades de producción para el café

Para el caso específico del café, se escogió un modelo de simulación del crecimiento desarrollado por de Wit *et al.* (5) y que ha sido utilizado por la FAO para realizar estudios de zonificación agroclimática (7).

Esta función relaciona básicamente las variables del clima más importantes (radiación solar y temperatura del aire) con los procesos biológicos determinan-

tes en la producción neta de biomasa (fotosíntesis y respiración), bajo el supuesto de un buen abastecimiento de agua y nutrimentos. El supuesto de abastecimiento de agua es sustentado por los resultados del análisis frecuencial de lluvias, esto es, por la definición del periodo de cultivo en el cual se integrará esta función de producción de biomasa. La expresión matemática es la siguiente:

$$PN = \frac{0.36 \text{ bgm}}{1/N + 0.25 \text{ ct}}$$

en donde:

PN: producción neta de materia seca del café durante los N días del periodo de cultivo, expresada en toneladas por hectárea

bgm: tasa máxima de producción bruta de biomasa del cultivo.

N: duración del periodo de cultivo en días

ct: coeficiente de respiración del cultivo

El valor de ct depende de la temperatura promedio y bgm depende de la tasa máxima de fotosíntesis de las hojas del cultivo en condiciones de saturación por la luz. Evidentemente, la especie *Coffea arabica* no tendrá la misma tasa máxima de fotosíntesis que la especie *Coffea canephora* para iguales rangos de temperatura. El café Arabica se ajusta a una planta con metabolismo C₃ mientras que el tipo Robusta se ajusta a un metabolismo C₃ especial. Debido a esta diferencia, este último se adapta a zonas con temperaturas más altas que las toleradas por *C. arabica*. Este aspecto es considerado por el modelo de Wit.

e) **Quinta etapa:** Análisis de las variables fisioedáficas.

A partir del conocimiento de los requerimientos edáficos y de las prácticas culturales más aconsejables (riego, mecanización, etc.) para el cultivo, determinadas en la primera etapa, se analiza la información disponible sobre los aspectos topográficos y edáficos del territorio a zonificar. En este caso, se reclasificaron las unidades del mapa de Asociación de Subgrupos de Suelos de Costa Rica (17), según su aptitud para el cultivo del café.

f) **Sexta etapa:** Síntesis cartográfica sucesiva

La síntesis cartográfica consiste en la sobreposición y síntesis sucesiva de los mapas elaborados en las etapas anteriores. Esto es, se discriminan aquellas áreas del territorio que no son contempladas por los

mapas de índices agroclimáticos o por el mapa de las variables fisiológicas. Los mapas originales fueron trazados a escala 1:500 000

g) **Sétima etapa:** Presentación de los resultados finales.

RESULTADOS Y DISCUSION

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 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 (4)

El abuso de la sombra es la causa aparente de los bajos rendimientos en cafetos sembrados bajo este sistema (24). La poca luz, unida a la alta humedad relativa, favorece la incidencia de enfermedades que causan problemas en la maduración y recolección (2)

Cannell (3) ha puesto en duda el papel de la duración del día en el control del crecimiento y la floración 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 en donde se cultiva el café, son regulados por factores diferentes al fotoperíodo, principalmente fluctuaciones de temperatura y de lluvia. En las regiones tropicales, la fluctuación de la longitud del día durante el año es tan poca que se asume carece de influencia sobre el crecimiento (14).

Con relación a la precipitación, existe diversidad de opiniones sobre los rangos óptimos para el café. Carvajal (4) 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 fluctuantes y bajos (9). Para Campos (2), el rango ideal se encuentra entre 2 000 y 2 300 mm, con un número de 145 días de precipitación y un máximo de 245.

Por las razones anteriores, es importante que exista una buena distribución de las lluvias; además, para que se favorezca el crecimiento del café, es necesario un período seco. El período seco parece ser im-

portante para el crecimiento de la raíz, la maduración de las ramas formadas durante el período lluvioso previo, la iniciación de flores y la maduración de los frutos (11, 14).

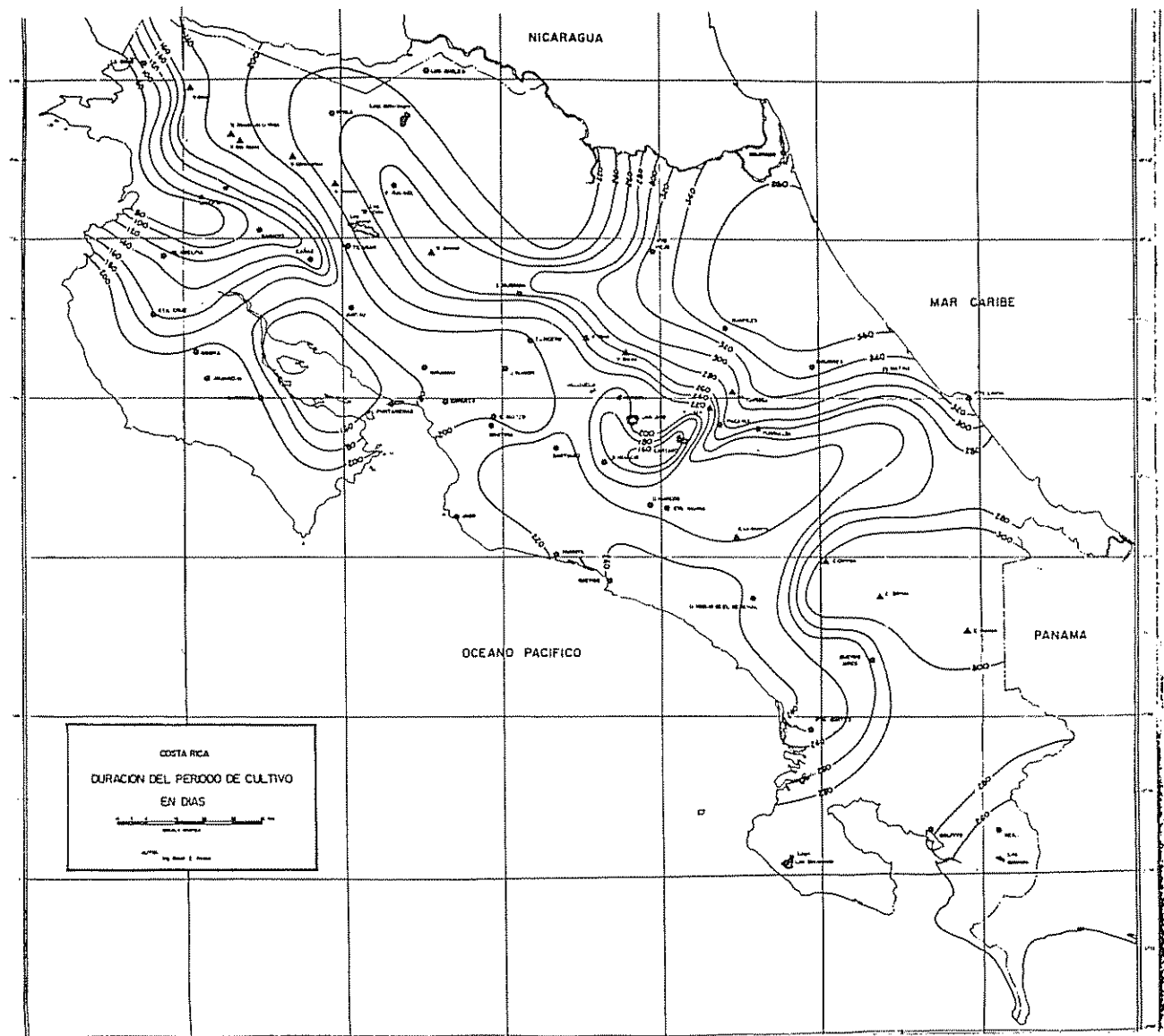
Existe abundante literatura que indica que la floración del café está asociada con la distribución de las lluvias y que la apertura de las flores puede ser inducida experimentalmente, manipulando los períodos de sequía y de humedad (1, 8, 12, 15, 18). Aún más, algunos autores (13) hablan de lluvias de 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 estrés hídrico, se denomina "hidroperiodismo" (1)

Según Carvajal (4), en la mayoría de las regiones cafetaleras del mundo, la fluctuación estacional de la temperatura no constituye problema, excepción hecha en algunas áreas de Brasil, en donde ocurren heladas. Como temperatura media del mes más cálido se señalan valores de 23 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 (4, 8, 12). Temperaturas promedio del mes más frío, entre 16 ó 13°C, provocan el cese del crecimiento por lo que el arbusto alcanza poco tamaño (4). 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 café; además, la misma proporciona información importante en la determinación de las áreas con potencial agroecológico para este cultivo.

García (9) señala, como límite de distribución en el tiempo, cuatro a tres meses de sequía relativa y de ser posible, correspondiente, estos meses al período de reposo vegetativo que precede a la floración principal. Campos (2) 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 de la región Norte del país, presentan una inadecuada distribución de la precipitación, con períodos de hasta 360 días de lluvia por año.



Al analizar los gráficos del estudio frecuencial para regiones cuyos resultados se encuentran sobre la isolinia 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 café. Esto provocará que las yemas florales crezcan continuamente, resultando en floraciones sucesivas, con las consecuentes desventajas la cosecha obtenida, en calidad del grano y en la economía del cultivo (Figs 1 y 2)

El caso contrario se presenta en las zonas con una duración menor para el periodo de cultivo (Fig. 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 café. Esto se aprecia en la Fig. 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.

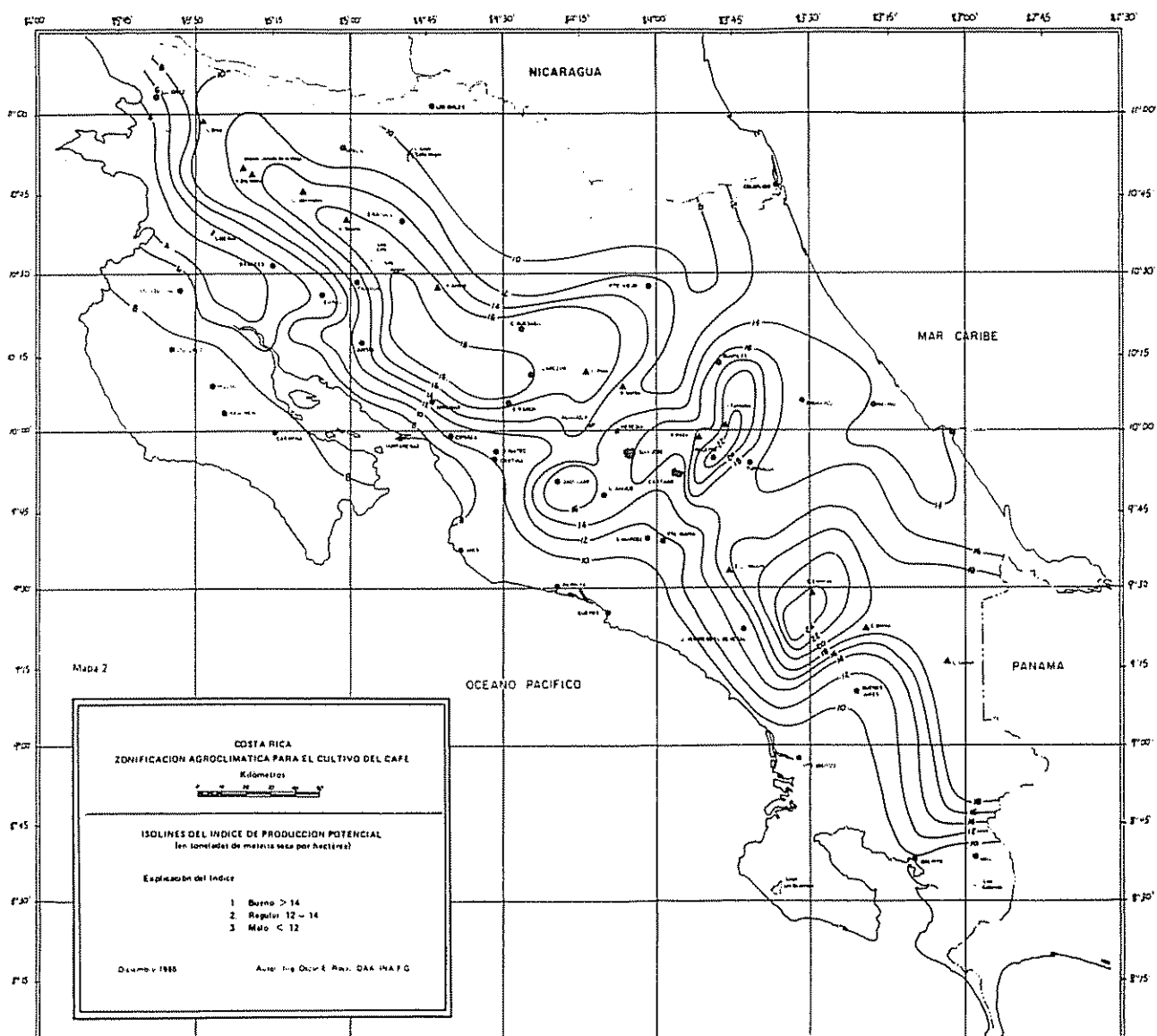
Definición de las potencialidades de producción para el café (Cuarta etapa)

El valor del índice para PN descrito con anterioridad, aunque se expresa en toneladas de materia seca por hectárea, debe ser considerado ante todo como

un valor relativo; 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 101 estaciones meteorológicas; a partir de estos resultados por estación, se pasa al estudio y análisis de los campos escalares para el trazado de las isolinias del índice de producción potencial. De este trazado resulta el Mapa 2, del cual se derivan varias observaciones interesantes. La primera se refiere al potencial sobresaliente de todo el Valle Central de Costa Rica, el cual se encuentra limitado por la isolinia de las 14 toneladas de materia seca por hectárea. Una segunda observación se relaciona con los cuatro focos de producción de biomasa neta. El primero, entre Zarcero y Tilarán; el se-

gundo, alrededor de Santiago de Puriscal; el tercero, entre Pacayas y el volcán Turrialba y el cuarto, alrededor del Cerro Chirripó. Estos focos se ubican en las zonas altas del país, en donde las temperaturas disminuyen. Se recuerda que el crecimiento vegetativo del cafeto 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 (14)

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 infe-



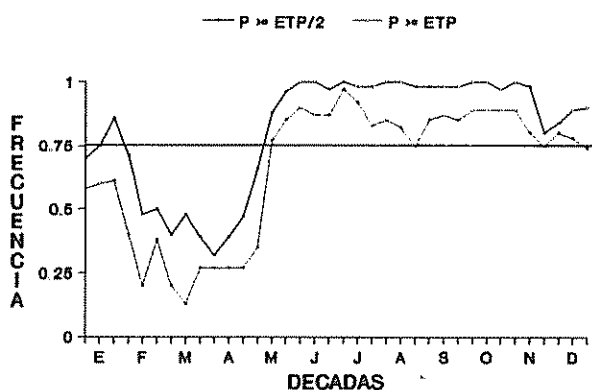


Fig 1 Análisis frecuencial de lluvias en relación a la ETP para la estación Turrialba

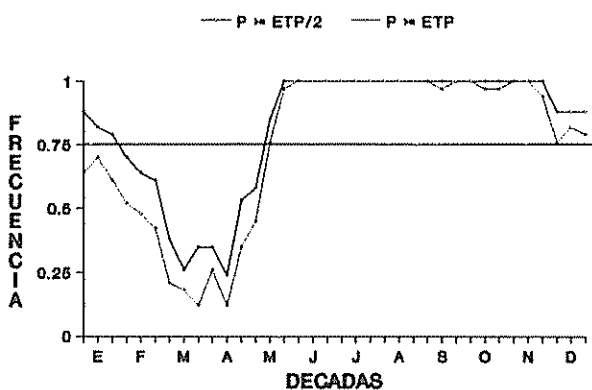


Fig 2 Análisis frecuencial de lluvias en relación a la ETP para la estación Ciudad Quesada

rior a los 18°C (Pacayas, Zarcero, Chirripó) Estas temperaturas presentan el inconveniente de influir sobre la duración del periodo de crecimiento y de desarrollo del fruto. A temperaturas promedio del orden de los 18-20°C, en San Antonio de Coronado, Costa Rica, el fruto tarda casi nueve meses para madurar. Esto último implica inconvenientes, desde el punto de vista de una explotación comercial de café, por lo que estas regiones altas deberán ser consideradas como marginales para este cultivo

Análisis de las variables fisioedáficas (Quinta etapa)

Se reclasificaron las unidades del mapa de la 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 suelo 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, pedregosidad, 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 sobreexposición de los tres mapas anteriormente descritos (Escala: 1:500 000).

Cada uno de estos índices fueron clasificados 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 de biomasa. Este índice se hace difícil de justificar, en términos solamente de producción de biomasa, ya que se desconocen dos aspectos importantes: cuál es el nivel de biomasa mínima para obtener una producción rentable en café y cuánto de esa biomasa representa o se usa en la formación 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 periodo de cultivo, se consideró la isolínea de 160 días como el límite inferior para una buena disponibilidad de agua, en condiciones de secano, para el cafeto, 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

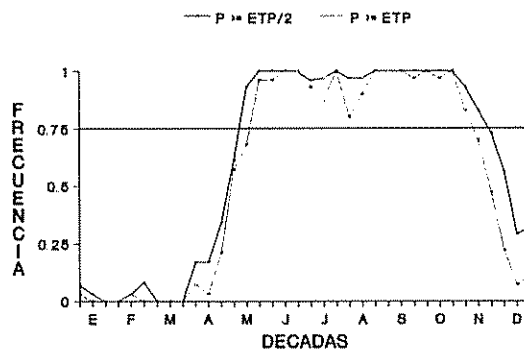


Fig 3 Análisis frecuencial de lluvias en relación a la ETP para la estación Naranjo

acidez, cuerpo y aroma. Es característico de las regiones con precipitaciones continuas durante el año, el que las plantaciones de café presenten simultáneamente flores, frutos verdes, frutos en proceso de maduración y maduros. Esto provoca que, al consumir el café en la tasa se presente un sabor característico denominado "grassy"

Con base en las anteriores consideraciones se obtuvo la clasificación presentada en el Cuadro 1

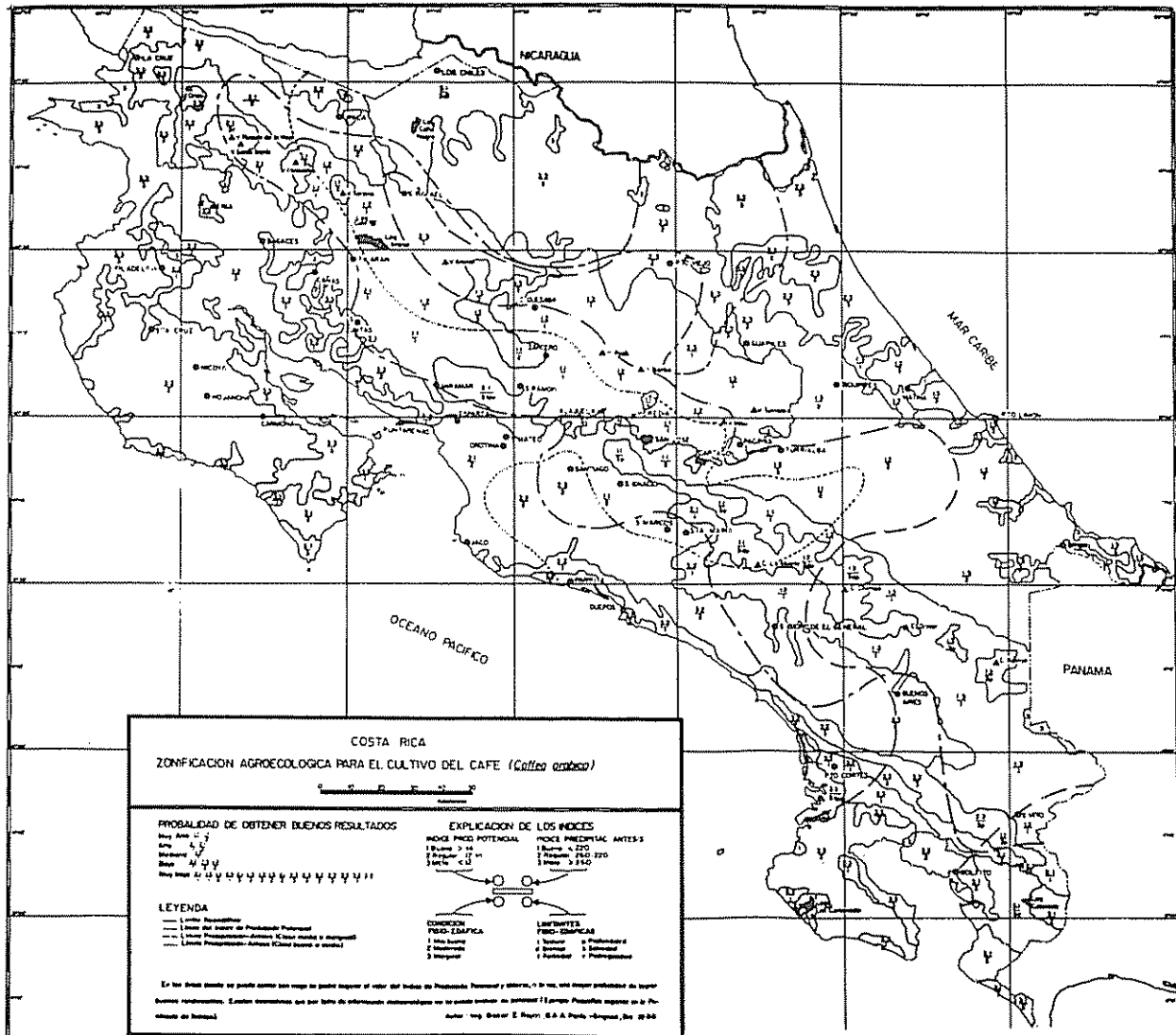
Presentación resultados finales (Sétima etapa)

Como resultado de la síntesis cartográfica, se obtiene el Mapa 3, el cual muestra la zonificación agroecológica del café en Costa Rica, a una escala de 1:500.000. Las unidades delimitadas fueron caracterizadas 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 primero representa la clasificación del índice de producción potencial, o sea, 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 cuáles son las condiciones del clima con relación a la floración y la formación del grano de 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.

CONCLUSIONES

En cultivos tradicionales, como el café, es interesante comprobar cómo los resultados teóricos se aproximan con bastante exactitud a la experiencia práctica.



Cuadro 1. Clasificación de los índices de potencialidades de producción para *Coffea arabica*.

Categoría	Índice de producción potencial	Índice precipitación antesis
Bueno	14-20	160-220
Regular	12-14	260-220
Malo	<12 ó >20	<160 ó >260

ca acumulada por el agricultor, en el transcurso de los años. Es así como el Valle Central de Costa Rica presenta el potencial agroecológico más atractivo para *C. arabica*, algunas zonas de Turrialba y de San Carlos deberían ser consideradas como marginales. En el estudio de zonificación de los cultivos tradicionales, pareciera existir 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 donde el interés primordial es la definición de las zonas de buen potencial agroecológico para la introducción de nuevos cultivos.

LITERATURA CITADA

- ALVIN, P. DE I. 1960. Fisiología del crecimiento y de la floración del café. *Café* 2(6):57-64.
- CAMPOS, C.E. 1978. El café en Costa Rica. Información General. San José, C.R., Departamento de Investigaciones en Café. 16 p.
- CANNEL, G.R. 1972. Photoperiodic response of mature trees of arabica coffee. *Turrialba* 22:198-206.
- CARVAJAL, J.F. 1972. Café-cultivo y fertilización. Berna, Instituto Internacional de la Potasa. 141 p.
- DE WIT, C.T. 1971. A dynamic model of plant and crop growth. In: Potential crop production. A case study. Ed. by P.P. Wareing, J.R. Cooper. London, Heinemann Educational Books. p. 117-142.
- ELDIN, M. 1983. A system of agroclimatic zoning to evaluate climatic potential for crop production. In: Agroclimatic information for development. Ed. by D.F. Cusack. Boulder, Colorado, Westview. p. 83-91.
- FAO, 1981. Report on the agro-ecological zones project. v. 3. Methodology and results for South and Central America. FAO, Rome. World Soil Resources Report no. 48. 251 p.
- FREDERICO, D.; MAESIRI, M. 1970. Ciclo de crecimiento dos botões florais de café. *Revista Ceres (Brasil)* 27(92):171-181.
- GARCIA, J. 1968. Clima agrícola del café (*C. arabica* L.) y zonas potenciales en los Andes de Venezuela. *Agronomía Tropical* 28(1):57-85.
- GARCIA, J. 1972. Una contribución a la metodología de la zonificación ecológica de cultivos anuales. Tesis Turrialba, C.R., CATIE. 155 p.
- GOMEZ, G.L. 1972. Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad del crecimiento del café. *Cenicafé* 28(1):3-17.
- GOPAL, N.H.; VASUDEVA, N. 1973. Physiological studies on flowering in arabica coffee under South Indian conditions I. Growth of flower buds and flowering. *Turrialba* 23(2):143-153.
- GOPAL, N. *et al* 1975. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions II. Changes in water content, growth rate, respiration and carbohydrate metabolism of flower buds during bud enlargement and anthesis. *Turrialba* 25(1):29-36.
- MAESTRI, M.; BARROS, R. 1981. Ecofisiología de cultivos tropicales. *Café*. San José, IICA. Publicación Miscelánea no. 288. 50 p.
- MAGALHAES, A.C.; ANGELOCCI, L.R. 1976. Sudden alterations in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. *Journal of Horticultural Science* 51:419-423.

Las áreas en donde se evidenció un bajo potencial agroecológico para el cultivo comercial de *Coffea arabica*, esas 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 tendientes a aumentar la productividad del café, se deberán proyectar en las regiones con un mayor potencial agroecológico. En 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 a 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) y con el apoyo de una eficiente campaña de extensión agrícola para introducir los cultivos alternativos en las áreas marginales para el café, se podrá, en un futuro, lograr un mejor uso de los factores de producción.

16. MONTOYA, J.M. 1971. Informe sobre el proyecto zonificación ecológica de los cultivos de consumo básico y tradicionales de exportación para los países del Mercado Común Centroamericano. Turrialba, C.R., IICA (100 mapas 1:500.000) 59 p.
17. OFICINA PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA 1979. Manual descriptivo de asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José 236 p.
18. PIRINGER, A.; BORTHWICK, H. 1955. Photoperiodic responses of coffee. Turrialba 5(3):72-77.
19. PRIESTLEY, C.; TAYLOR, P. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large scale parameters. Monthly Weather Review 100:81-92.
20. ROJAS, O.; ELDIN, M. 1983. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum sp*) en Costa Rica. San José, LAICA-IICA. Serie Publicaciones Misceláneas. no 398. 120 p.
21. ROJAS, O. 1985. Estudio agroclimático de Costa Rica. San José, IICA. Serie Publicaciones Misceláneas no 617. 178 p.
22. ROJAS, O. 1986. Estudios agroclimáticos y zonificación agroecológica de cultivos: Metodología y resultados. Serie Publicaciones Misceláneas no. A1/CR-86-006. San José, IICA. 106 p.
23. ROJAS, O. 1987. Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. San José, IICA. Serie Publicaciones Misceláneas no A1/OCR-87-007. 83 p.
24. VASQUEZ, R. 1983. El uso de la sombra en el cafetal. Noticiero del Café, (C.R.). 19(221):2-3

Efecto de la Cianamida Hidrogenada en la Semilla de Café (*Coffea arabica* L.) cv. 'Caturra' I. Influencia en la Germinación¹

J. Herrera*, E. Guevara**, R. Barboza*

ABSTRACT

The effect of hydrogen cyanamide on the germination and storage of coffee seeds was determined on whole seeds, seeds without endocarp and isolated embryos. These materials were immersed in different concentrations, ranging between 0 and 5% of the commercial product Dormex, for periods between 0 and 15 minutes. Increasing doses of hydrogen cyanamide and longer periods of immersion proved to be detrimental on germination, hypocotyl and radicle length, plantlet dry weight and embryo growth. Significant differences were observed between seeds with and without endocarp. A rapid translocation of cyanamide to the embryo was detected, delaying its initial development. The effect of this substance upon germination metabolism and the role of the endocarp is discussed.

¹ Recibido para publicación el 22 de mayo de 1989

* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

** Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

Los dos primeros autores son miembros del programa financiero de apoyo a investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), San José, Costa Rica.

COMPENDIO

Se determinó el efecto de la cianamida hidrogenada sobre la germinación y el almacenamiento de la semilla de café. El material en estudio consistió de semilla entera, semilla despergaminada y de embriones aislados. Estos materiales se sumergieron en concentraciones de 0 a 5% del producto comercial por tiempos que oscilaron entre 0 y 15 minutos. Dosis crecientes de cianamida y tiempos de inmersión mayores provocaron un efecto detrimental en el porcentaje de germinación, longitud del hipocótilo, longitud de la radícula, peso seco de la plántula y crecimiento del embrión. Se observaron diferencias marcadas entre la semilla con y sin endocarpio. Se evidenció una rápida translocación de la cianamida hidrogenada hacia el embrión, el cual mostró un retardo en su desarrollo inicial. Se discute el efecto de esta sustancia sobre el metabolismo de la semilla, así como el posible papel del endocarpio.

INTRODUCCION

Las semillas de las especies que pueden ser almacenadas por períodos prolongados se denominan ortodoxas; éstas pueden ser secadas a contenidos bajos de humedad sin daño y su longevidad aumenta al disminuir la humedad y la temperatura. Por el contrario, las semillas llamadas recalcitrantes necesitan alta humedad y en ocasiones altas tempera-