

METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL *Coffea arabica* L. EN CUBA

F. Soto[✉], Tamara Tejeda, A. Hernández y R. Florido

ABSTRACT. In order to carry out the agroecological zoning of a crop, firstly it is necessary to know their ecological requirements, and then define the bases for the zoning; for this reason, the present work was developed; a database was created with the information of more than 100 experimental places; this base consists of 13 fields that pick up the whole information of each one of these places. The program designed allows to analyze which of the variables considered has influenced coffee behavior. The analysis showed that the fundamental elements of climate are rainfall, daily temperature and soils; the latter was defined by the types and aptitude for coffee as well as their effective depth. Then, the categories were defined for the agroecological zoning of the coffee, which are: good, moderately good, acceptable and useless; in each of them the potential coffee yields are fitted. This methodology was validated in "Sagua-Nipe-Baracoa" mountainous zone.

RESUMEN. Para llevar a cabo la zonificación agroecológica de un cultivo, es necesario definir en primer lugar sus requerimientos ecológicos y a partir de ahí definir las bases para la zonificación; por tal motivo se desarrolló el presente trabajo, donde se creó una base de datos con la información obtenida en más de 100 sitios experimentales y bancos de semillas de todas las regiones cafetaleras de Cuba; esta base consta de 13 campos que recogen toda la información de cada uno de dichos sitios. El programa diseñado al efecto permite analizar cuál o cuáles de las variables consideradas tiene mayor influencia en el comportamiento del café. El análisis arrojó que los elementos de clima fundamentales son la temperatura media diaria y la media anual de las precipitaciones; otro elemento discriminante fue el suelo, donde se definieron los tipos y su aptitud para el café así como su profundidad efectiva; a partir de estas bases se definieron las categorías para la zonificación agroecológica del café, las cuales son: óptima, medianamente óptima, aceptable y no apta, en cada una de ellas se establecen los niveles potenciales de rendimiento. Esta metodología de trabajo se validó en el macizo montañoso Sagua-Nipe-Baracoa.

Key words: *Coffea arabica*, environment, ecosystem, methods

Palabras clave: *Coffea arabica*, medio ambiente, ecosistema, métodos

INTRODUCCIÓN

El café, como todo organismo vivo, mantiene relaciones con el medio que lo rodea; este medio ambiente está formado por las condiciones físicas, químicas y topográficas del suelo, factores y elementos climáticos como la temperatura y la humedad, entre otros. Un entorno propicio permite la manifestación del máximo potencial genético del café; por el contrario, si alguno de los factores del medio ambiente no es el requerido, puede ser una limitante para el crecimiento y desarrollo, por lo que su explotación económica se ve seriamente afectada (1).

Esta especie está dotada de un determinado potencial genético, que se manifiesta a través del grado de adaptabilidad al ambiente de diversos cultivares que lo integran, lo que le permite crecer con éxito sobre un territorio bastante amplio, de acuerdo al ámbito de tolerancia de sus individuos.

El café en Cuba se cultiva desde hace más de 250 años y representa uno de los rubros de exportación más importantes (2); no todas las plantaciones están ubicadas en las áreas adecuadas, para que se manifieste plenamente su potencial de rendimiento; de igual forma, existen zonas con condiciones ecológicas óptimas para el crecimiento y desarrollo de este cultivo y, sin embargo, no se están explotando; es por ello la necesidad imperiosa de acometer un trabajo de zonificación agroecológica en los macizos montañosos donde se desarrolla este cultivo.

Es conocida la importancia de la zonificación agroecológica para la planificación de los sectores productivos, constituyendo una de las principales herramientas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura, además de lograr una explotación racional de los recursos naturales.

Dr.C. F. Soto, Investigador Titular y Ms.C. Tamara Tejeda, Investigador Agregado del Departamento de Fitotecnia; R. Florido, Especialista del Departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana; Dr.C. A. Hernández, Investigador Titular del Instituto de Suelos, La Habana, Cuba.

✉ soto@inca.edu.cu

Un trabajo de zonificación agroecológica comprende el análisis de la información climática y edáfica existentes y de los requerimientos ambientales del cultivo, los cuales se estudian mejor en las áreas donde este se desarrolla, especialmente cuando las plantas tienen un buen crecimiento. Una vez que se dispone de toda la información señalada anteriormente, es necesario definir las bases para la zonificación, o sea, establecer las diferentes categorías para clasificar cada una de las zonas.

Por todo lo anterior se acometió el presente trabajo, con el objetivo de establecer una metodología para zonificar el *Coffea arabica* L. en Cuba, la cual puede ser aplicable para otros cultivos en otras zonas del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se creó una base de datos con más de 100 registros mediante el empleo de FOXPRO sobre Windows-95; los datos procedían de experimentos llevados a cabo en diferentes condiciones edafoclimáticas del país y los rendimientos alcanzados se consideraron como potenciales para cada sitio, teniendo en cuenta que se utilizó la agrotecnia adecuada para el café.

Esta base consta de 13 campos, los cuales son: número de orden, provincia, municipio, sitio, especie, altitud, rendimiento, número de cosechas, temperatura media, lluvia anual, tipo de suelo, autores y fuente consultada. El programa diseñado permite interactuar con la base de datos y establecer cuál o cuáles de las variables analizadas pudiera tener mayor influencia en el comportamiento del café.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se puede observar que de los elementos condicionantes analizados, o sea, temperatura y lluvia, es este último el que ejerce la mayor influencia en el rendimiento del café, pues en el caso de la temperatura no se observa una marcada influencia; se señala para el café la existencia en Cuba de un clima estable con temperaturas frescas (3). En el país las temperaturas mínimas extremas no alcanzan períodos prolongados y no se han presentado efectos negativos visibles por altas temperaturas (4). Numerosos autores consideran que el rango óptimo de temperatura para el *Coffea arabica* L. está entre 16 y 25°C (5, 6, 7).

Tabla I. Análisis de la base de datos considerando la lluvia y la temperatura como elementos condicionantes

Elementos condicionantes		Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Valores medio		
Lluvia	Temperatura		Lluvia	Temperatura	Altura
<1500	>24	0.91	1400.17	24.5	191.67
<1500	20-24	0.95	1073.50	22.8	290.75
1500-1800	>24	1.76	1671.90	24.5	214.38
1500-1800	20-24	1.61	1607.20	22.5	431.89
1800-2200	20-24	2.66	2051.80	22.3	498.33
		1.65	1633.00	23.9	345.5

En cuanto a la lluvia, algunos autores plantean que se requiere una media anual entre 1800 y 2000 mm (1), mientras que otros señalan que el café requiere una precipitación media anual superior a 1200 mm bien distribuidos (7).

En esta tabla también se pone de manifiesto que existe un potencial de rendimiento que puede superar las 2 t.ha⁻¹ de café oro, si el cultivo se desarrolla en condiciones óptimas de lluvia y temperatura.

Lo anterior se reafirma en la Tabla II, cuando se pone como elemento condicionante el rendimiento, pues la temperatura oscila entre 23 y 24°C, mientras que la lluvia presenta las mayores diferencias, lo que demuestra que de las dos variables meteorológicas analizadas, es esta última la que ejerce mayor influencia en el desarrollo del café, debido a que presenta la mayor variación espacial. Es necesario que haya una precipitación anual por encima de los 1800 mm, para alcanzar un rendimiento superior a las 2 t.ha⁻¹.

Tabla II. Análisis de la base de datos considerando el rendimiento como elemento condicionante

Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Altura (m snm)	Temperatura (°C)	Lluvia (mm)	Rendimiento medio (t.ha ⁻¹)
>2	401.40	23.04	1838.10	2.94
1-2	379.07	23.02	1635.57	1.43
0.5-0.9	232.88	23.73	1282.79	0.73
<0.5	256.67	24.03	1510.77	0.29

A partir de todo este análisis se estableció un primer nivel para la zonificación, el cual está definido por la lluvia unido a la temperatura, esta última en un rango definido como óptimo para la especie; este nivel quedó dividido en cuatro zonas, las cuales son:

1. Lluvia anual de 1800 a 2200 mm y temperatura media de 18 a 24°C. En estas condiciones se pueden obtener rendimientos mayores de 2 t.ha⁻¹.
2. Lluvia anual de 1500 a 1800 mm (límite inferior) y 2200 a 2600 mm (límite superior) con temperatura media de 18 a 24°C. En estas condiciones se pueden obtener rendimientos de 1 a 2 t.ha⁻¹.
3. Lluvia anual de 1200 a 1500 mm (límite inferior) y de 2600 a 3000 mm (límite superior) con temperatura media de 18 a 24°C. En estas condiciones se pueden obtener rendimientos de 0.5 a 0.9 t.ha⁻¹.
4. Lluvia anual menor de 1200 y mayor de 3000 mm con temperatura media de 18 a 24°C. En estas condiciones se obtienen rendimientos menores de 0.5 t.ha⁻¹.

Otro elemento importante para la zonificación lo constituyen indudablemente los suelos, para lo que debe tenerse en cuenta en primer lugar sus características químicas, físicas y mineralógicas, lo cual define la aptitud para el cultivo; en segundo lugar, debe considerarse la profundidad efectiva partiendo de las características de la planta de café, ya que la profundidad efectiva de los suelos para este cultivo debe estar alrededor de los 120 cm (8); para Cuba se define que los suelos deben tener una profundidad no menor de 70 cm (9).

Con estos criterios se estableció un segundo nivel de zonificación, el cual está definido por los tipos y subtipos de suelos y su profundidad efectiva; se crearon cinco categorías que fueron:

. Muy profundos	>100 cm
. Profundos	61-100 cm
. Medianamente profundos	41- 60 cm
. Poco profundos	21- 40 cm
. Muy poco profundos	<20 cm

A partir de estas bases se establecieron las categorías para la zonificación agroecológica del *Coffea arabica* L., las cuales son:

Categoría	Lluvia (mm)	Profundidad de los suelos	Rendimiento potencial (t ha ⁻¹)
Óptima	1800-2200	Muy profundos	>2
Medianamente óptima	1500-1800	Muy profundos y profundos	1-2
Aceptable	1200-1500	Muy profundos, profundos y medianamente profundos	0.5-0.9
No apta	<1200 >2200	Poco profundos Muy poco profundos	

En América, se han hecho varios trabajos de zonificación del café; en uno de ellos las unidades de zonificación son definidas mediante la combinación de tres índices: rendimiento potencial, condiciones necesarias para la antesis del café y clase de suelo, la cual parece ser la más completa, pues la mayoría tiene en cuenta algunos elementos pero adolecen de no considerar otros, entre ellos el suelo (10). En un trabajo sobre zonificación del cultivo del maíz desarrollado en Costa Rica (11), fue utilizada la información sobre los suelos en un distrito, se realizó un estudio climático de temperatura y precipitaciones y se hizo un análisis de los requerimientos del cultivo por rangos de aptitud.

Lo más importante de esta metodología es que se ha elaborado a partir de la información de experimentos desarrollados en Cuba, los cuales se han ejecutado en las diferentes condiciones agroecológicas donde crece el café. Esta ha sido validada en la zonificación agroecológica del *Coffea arabica* L. en el país (12); además, puede ser utilizada para la zonificación de otros cultivos, para lo cual deben establecerse los requerimientos agroecológicos de la especie de que se trate.

REFERENCIAS

- Castillo, Gladis /et al./ . Tecnología para la producción de café en México. INIFAP. Folleto Técnico No. 8. 2da reimpresión. 1999. 90p.
- Díaz, W. Café y Cacao: Panorámica de su desarrollo en Cuba. Principales resultados científico-técnicos de la ECICC, al arribar a su XX Aniversario. Retos y perspectivas a la entrada del nuevo siglo. Conferencia. En Resúmenes Simposio Internacional de Café y Cacao CUBACAFE '99. Santiago de Cuba, Cuba, p.16-23. 1999.
- Díaz, W. Manejo de plantaciones de cafetos *Coffea arabica* L. Var. Caturra, en especial: la poda y la sombra. Tesis de Grado (C.Dr. en Ciencias Agrícolas) San José de las Lajas. INCA, 1990. 100 p.
- Morales, D. Influencia de la humedad del suelo y diferentes condiciones de aviveramiento del *Coffea arabica* L. Tesis de Grado (C.Dr. en Ciencias Agrícolas). San José de las Lajas. INCA. 1986. 152p
- Ramírez, J. E. Manejo agronómico del cultivo de café en Costa Rica. . Seminario del café. Tecnologías para producir altos rendimientos y buena calidad. Ciudad de Guatemala. 11-14 de abril. 1999.
- Valencia, G. Manual de nutrición y fertilización. Ed. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Quito. Ecuador. 1998. 61 p.
- Valencia, G. Fisiología de la producción de café, nutrición y fertilización. Seminario del café. Tecnologías para producir altos rendimientos y buena calidad. Ciudad de Guatemala. 11-14 de abril. 1999.
- Guimarães. P. T. G. y Lopes, A. S. Solos para o cafeeiro: características, propriedades e manejo. En: Cultura do cafeeiro. Fatores que afetam a produtividade. Sao Paulo. Potafos. 1986. P. 115-161.
- Equipo Técnico Agrícola. INRA. Normas Técnicas para el cultivo del café. Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1974. 126p.
- Rojas, G. Determinación del potencial agroecológico para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. *Turrialba*, 1989, vol. 39, no. 3, p. 279-287.
- Arroyo, L. A. Método de evaluación de tierras para cultivos anuales por medio del Sistema de Información Geográfica. Estudio de caso (Distrito de Upala). *Agronomía Costarricense*, 1997, vol. 22, no. 1, p. 83-97.
- Soto, F. /et al./ . La zonificación agroecológica del *Coffea arabica* L. en Cuba. Macizo montañoso "Sagua-Nipe-Baracoa". *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, p. 27-52.

Recibido: 13 de septiembre del 2001

Aceptado: 7 de noviembre del 2001