



INFLUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES EN EL RENDIMIENTO DE *Coffea canephora* Pierre ex Froehner CULTIVADO EN SUELOS PARDOS DE LA REGIÓN ORIENTAL DE CUBA

Influence of rainfall on the yield of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivated in Cambisol soils of the eastern region of Cuba

Carlos Bustamante González¹✉, Alberto Pérez Díaz²,
Ramón Rivera Espinosa³, Gloria M. Martín Alonso³
y Rolando Viñals Nuñez⁴

ABSTRACT. In order to evaluate the effect of rainfall on the yield of the species *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivated in brown soils in two coffee areas of eastern part of Cuba (Cruce de los Baños site, located in the municipality Tercer Frente, Sierra Maestra hills and Alcarraza site, located in the municipality of Sagua Tánamo, Nipe-Sagua-Baracoa hills). Data from two production cycles of this specie were used in an experiment of study of nitrogen fertilizer dose, planted in 1996 and pruned in 2003. Regressions between yields and annual rainfall were established. Different mathematical models were used, selecting the highest coefficient of determination (R^2). A strong relationship between annual rainfall and maximum stable yields at both sites and cycles ($R^2 > 90\%$) was found. With rainfall in the range of 1 400 mm – 1 600 mm in "Tercer Frente" and "La Alcarraza", were not obtained more than 1,30 t ha⁻¹ green coffee year⁻¹, while annual rainfall values from 1 750 mm to 1 900 mm allowed yields from 1,4 t ha⁻¹ to 1,8 t ha⁻¹ of green coffee. When rainfall amounted to 2 000 mm at both sites, 2 t ha⁻¹ green coffee year⁻¹ were obtained.

Key words: *Coffea canephora*, climate, rainfall, yield, correlation

RESUMEN. El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de las precipitaciones sobre el rendimiento de la especie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivada en suelos Pardos en dos macizos cafetaleros de la región oriental de Cuba (sitio Cruce de los Baños, situado en el municipio Tercer Frente, macizo Sierra Maestra y sitio La Alcarraza, situado en el municipio Sagua de Tánamo, macizo Nipe-Sagua-Baracoa). Se utilizaron datos de dos ciclos productivos de esta especie dentro de un experimento de estudio de dosis de fertilizantes nitrogenados plantado en 1996 y podado en el 2003. Se establecieron regresiones entre los rendimientos y las precipitaciones anuales. Se utilizaron diferentes modelos matemáticos, seleccionándose el de mayor coeficiente de determinación (R^2). Se encontró una fuerte relación entre las precipitaciones anuales y los rendimientos máximos estables, en ambos sitios y ciclos ($R^2 > 90\%$). Con precipitaciones en el rango entre 1 400 y 1 600 mm en "Tercer Frente" y "La Alcarraza", no se obtuvieron más de 1,30 t ha⁻¹ de café oro año⁻¹; mientras que valores de lluvias anuales entre 1 750 y 1 900 mm permitieron alcanzar rendimientos anuales entre 1,4 a 1,8 t ha⁻¹ de café oro. Cuando las precipitaciones ascendieron a 2 000 mm en ambos sitios, se obtuvieron 2 t ha⁻¹ de café oro año⁻¹.

Palabras clave: *Coffea canephora*, clima, precipitación, rendimiento, correlación

¹ Instituto de Investigaciones Agroforestales. UCTB Tercer Frente Santiago de Cuba, Cuba.

² Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal de Montaña. Carretera a Santiago de Cuba, km 2 ½, municipio Guantánamo, provincia Guantánamo, Cuba, CP 95 300.

³ Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

⁴ Instituto de Investigaciones Agroforestales. UCTB Velasco. Holguín, Cuba.

✉ cafealimento@forestales.co.cu; aperez@fam.cug.co.cu; mivera@inca.edu.cu; gloriam@inca.edu.cu

INTRODUCCIÓN

En el café, por su amplia distribución geográfica, la respuesta a diferentes manejos del cultivo difiere entre países y entre regiones de un mismo país. Lo disímil de la ecología de las regiones cafetaleras del mundo sugiere que su cultivo no ha de ser idéntico en todas partes y por ende, los resultados experimentales que se obtienen a menudo no concuerdan entre sí o son diametralmente opuestos (1).

Se plantea que los requerimientos ecológicos se estudian mejor en el área de origen de la especie, otros autores manifiestan que a veces es más útil estudiar el crecimiento de la planta en las áreas en que la misma ha sido distribuida, especialmente si tiene un buen crecimiento en dichos lugares (1). De las especies de *Coffea* que se cultivan en Cuba, *canephora* ha sido la menos estudiada, de ahí el por qué resulta imprescindible realizar las investigaciones con ella en las zonas premontañas donde se cultiva en el país.

Las características climáticas, expresadas a través de la temperatura, precipitaciones y los días de lluvia, en unión de las correspondientes al relieve y las propiedades de los suelos, interaccionan e influyen decisivamente sobre el crecimiento y rendimiento de la plantación y, por ende, sobre los requerimientos nutricionales de la misma (2, 3). De ese modo se ha establecido que el clima de las zonas subtropicales tiene mayor importancia en el crecimiento y fructificación del café que en las zonas cálidas del trópico, independientemente de las variedades estudiadas (4).

La productividad del café depende de un sistema complejo de factores medioambientales, tecnológicos y sociales que están interrelacionados. La temperatura y la distribución de las lluvias son dos de esos factores que afectan la fenología del cultivo, su rendimiento, la calidad del café e incluso la composición de los compuestos orgánicos de la bebida (5, 6, 7). Al mismo tiempo, al estimar el impacto climático en la producción del café, se debe considerar el efecto de la fertilización en el incremento del CO₂ en la atmósfera^A.

En la actualidad se ha incrementado el estudio de las amenazas del cambio climático en la producción de los cultivos y los gobiernos establecen escenarios para mitigar sus efectos. En el caso del café se han realizado estudios sobre el manejo agroforestal como una estrategia de adaptación contra los extremos microclimáticos (8). En Brasil informaron de la relación entre las áreas cultivadas con café y la vulnerabilidad climática y en un escenario del cambio climático para el 2080 se maneja el traslado de las áreas adecuadas para su cultivo a los estados del sur y sureste (4) e incluso el incremento de áreas con la especie *canephora* (9).

En Camerún se encontró relación entre el incremento de la severidad del ataque del *Coffee Berry Disease* y la disminución de las temperaturas (mínimas o máximas) (10). Se encontró, asimismo, una relación fuerte entre su ataque y el número de días de lluvia; sin embargo, no se encontró correlación con el total de lluvia caída en dos años de estudio.

^AHaggar, J. y Schepp, K. Coffee and Climate Change Impacts and options for adaption in Brazil, Guatemala, Tanzania and Vietnam [en línea], [Climate Change, Agriculture and Natural Resources, 4], Natural Resources Institute, University of Greenwich, 2012, p. 47, [Consultado: 5 mayo 2015], Disponible en: <http://www.nri.org/images/documents/promotional_material/D5930-11_NRI_Coffee_Climate_Change_WEB.pdf>.

Los autores sugieren el uso de ambos indicadores para el establecimiento de modelos predictivos para optimizar el control efectivo de la enfermedad.

De los elementos ambientales asociados al sistema climático, la comúnmente reconocida como variable crítica para las plantas es la disponibilidad de agua, porque es el elemento determinante para el proceso de crecimiento (11). La lluvia, la temperatura y la radicación solar son los elementos del clima de mayor importancia en la producción de café. Las deficiencias hídricas son necesarias para la floración, pero si estas son muy prolongadas no permiten la apertura floral, limitan el crecimiento vegetativo y el llenado de los frutos. Por otra parte, los excesos hídricos disminuyen la inducción floral (12) y la formación de estructuras reproductivas, favorecen la presencia de enfermedades en el cultivo, promueven el lavado de nutrientes en el suelo y las pérdidas por erosión (13).

Los cafetos de la especie arábica responden con sensibilidad al incremento de la temperatura, lo que ocurre con mayor intensidad durante la floración y la fructificación. Mucho menos información está disponible con respecto al impacto de la temperatura y la distribución de las lluvias en las plantas de Robusta, lo que puede estar relacionado con un menor interés respecto al impacto del cambio climático sobre esta especie, pero también puede estar relacionado con el menor volumen de la misma en el mercado mundial (30 %) comparado con el *arabica* (70 %) (4).

En Cuba, se ha incrementado el cultivo de la especie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, principalmente en la región oriental del país. Por tal motivo, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de las precipitaciones sobre el rendimiento de esta especie cultivada en suelos Pardos en dos macizos cafetaleros de esta zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para establecer la relación entre las precipitaciones y los rendimientos, se desarrolló la investigación en el período de 1995 a 2007 en dos localidades de los macizos montañosos Sierra Maestra y Sagua-Nipe-Baracoa en los que se estudiaron dosis crecientes de fertilizantes nitrogenados.

Localidad "Tercer Frente" (sitio Cruce de los Baños): situada en el municipio Tercer Frente, macizo Sierra Maestra, a los 20°09'lat N y 76°16'long O, a 135 km NO de la ciudad de Santiago de Cuba, a una altura de 150 m. s. n. m., con una temperatura media anual (promedio de 13 años) de 24,5 °C, temperatura mínima de 15,5 °C, temperatura máxima de 31 °C, precipitación de 1 654 mm en 112 días con lluvia y humedad relativa de 79,8 %. Relieve: premontaña. Sombra predominante: *Samanea saman* (Jacq) Merrill. Tipo de suelo: Pardo ócrico sin carbonatos (14) con un

pH ligeramente ácido (6,3), bajos contenidos de fósforo asimilable (8,7 mg 100 g⁻¹ de suelo y alta capacidad de intercambio catiónico, de 44,6 cmol kg⁻¹).

Localidad “La Alcarraza”: situada en el municipio Sagua de Tánamo, macizo Nipe–Sagua–Baracoa, Ca los 20°35´ latitud Norte y 75°15´longitud Oeste, a 118 km SE de la ciudad de Holguín. Con una altura de 300 m. s. n. m. Las principales variables climáticas son temperatura media anual (promedio de 13 años): 24,1 °C. Precipitación (promedio de 13 años): 1 773 mm y 120 días de lluvia. Relieve: premontaña. Sombra predominante: *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp. Tipo de suelo: Pardo gleyoso sin carbonatos (14) con un pH ligeramente ácido (5,8), bajos contenidos de fósforo asimilable (9,72 mg 100 g⁻¹ de suelo) y capacidad de intercambio catiónico de 34,7 cmol kg⁻¹.

Durante 12 años, se estudió la respuesta a cinco sistemas de fertilización nitrogenada (Tabla I), en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas. El primer ciclo productivo incluyó la etapa

desde la plantación hasta la poda baja y el segundo ciclo incluyó tres cosechas luego de podados los cafetos.

Los efectos agronómicos de este experimento se detallan en el volumen 38, número 4 de la revista “Centro Agrícola”, los resultados del primer ciclo productivo (15) y los resultados del segundo ciclo, en el volumen 46, número 8, de la revista “Pesquisa Agropecuaria Brasileira” (16).

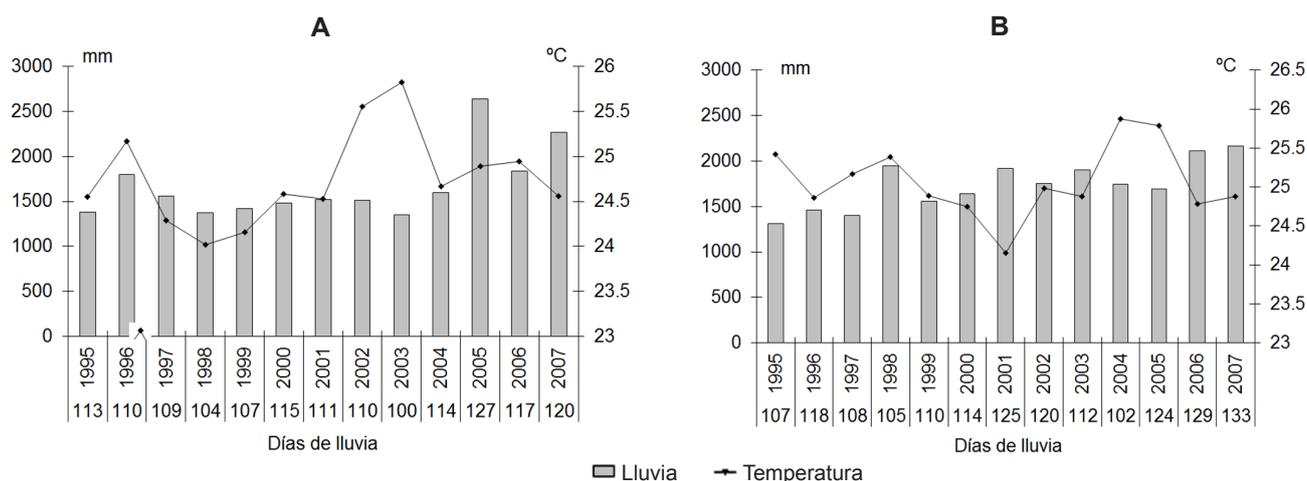
En todos los tratamientos se aplicó una fertilización de fondo a base de P₂O₅ y K₂O. Se emplearon como portadores superfosfato sencillo y cloruro de potasio. El 100 % del fósforo se aplicó conjuntamente con el 50 % del potasio en mayo, y el resto de este último en septiembre, ambos en forma de media luna alrededor del tronco.

El comportamiento de las variables climáticas, precipitaciones, temperatura media y días de lluvias mensuales se observan en la Figura 1. Los valores de lluvia se ubican dentro del rango de 1 400 a 2 900 mm que se excluyen de los valores considerados como amenazas para el cultivo en las condiciones de Colombia (17).

Tabla I. Dosis de nitrógeno (kg ha⁻¹) empleadas en los diferentes esquemas de fertilización estudiados.

Tratamientos	Primer ciclo productivo			Segundo ciclo productivo		
	1996	1997	1998-2002	2003	2004	2005-2007
N ₀	0	0	0	0	0	0
N ₁	30	45	50	50	75	100
N ₂	60	90	100	100	150	200
N ₃	90	135	150	150	225	300
N ₄	120	180	200	200	300	400

Portador de N: urea. Fertilizante nitrogenado fraccionado al 50 %, primera aplicación entre marzo y junio, segunda aplicación: septiembre-noviembre.



Datos de las estaciones meteorológicas de Cruce de los Baños, municipio Tercer Frente y Sagua de Tánamo, municipio Sagua de Tánamo^B.

Figura 1. Comportamiento anual de las variables meteorológicas, precipitaciones, días de lluvia y temperatura media, ocurridas en los sitios “Tercer Frente” (A) y “La Alcarraza” (B) durante la ejecución de los experimentos.

^B Instituto de Meteorología. Hojas de asentamiento de las variables meteorológicas diarias. Estaciones meteorológicas de Sagua de Tánamo, Holguín y Tercer Frente, Santiago de Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba, 2011.

Se realizó un estudio de relaciones entre las precipitaciones y el rendimiento de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. Para ello se tomaron los rendimientos máximos estables obtenidos en cada ciclo y localidad (15, 16) y se establecieron ecuaciones de regresión, tomando como variable independiente, los valores de las precipitaciones.

Se determinó la ecuación de mayor coeficiente de determinación (R^2) y de menor error estándar de estimación ($Es\hat{y}$). A partir de ese análisis, se graficó el modelo de mejor ajuste seleccionado. Todo el procedimiento estadístico se realizó empleando el programa Statgraphics Centurión XV, versión 15.2.14.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para entender adecuadamente las relaciones entre rendimiento máximo anual, fertilización nitrogenada y precipitaciones, se debe conocer que el rendimiento del café depende de la variedad, cantidad de ramas nuevas en el momento de la floración, densidad de plantación, nivel de precipitaciones, intensidad de la cosecha anterior, tipo de suelo y relieve^C, de forma tal que estas variables predeterminan un nivel de rendimiento.

En relación con lo anterior, se evaluó el efecto de las precipitaciones sobre el rendimiento de las plantaciones de *C. canephora*, con un suministro adecuado de nutrientes y se encontró que, con precipitaciones en el orden de 1 400–1 600 mm en ambas localidades, no se obtuvieron más de 1,30 t ha⁻¹ de café oro por año; mientras que lluvias entre 1 750–1 900 mm permitieron alcanzar rendimientos anuales de 1,4 a 1,8 t ha⁻¹ de café oro (Figura 2).

Sin embargo, cuando las precipitaciones ascendieron a 2 000 mm en ambos sitios, se obtuvo 2 t ha⁻¹ de café oro por año. Lo anterior conllevó a destacar la importancia del nivel de precipitación anual sobre el rendimiento.

Esta es una característica frecuente del sitio "La Alcarraza", pues los datos históricos revelan que en el 52 % de los años se encontraron precipitaciones en el orden de 2 000 mm, no así en "Tercer Frente", donde solo en el 20 % de esos años se alcanzaron tales valores de precipitaciones anuales^B.

En la Tabla II se muestran la comparación de diferentes modelos matemáticos para establecer el análisis de regresión entre las precipitaciones totales anuales (variable independiente) y los rendimientos obtenidos en ambos sitios experimentales.

Al integrarse los resultados de las diferentes cosechas en las etapas productivas de los dos ciclos en ambos sitios, se obtuvo una fuerte relación positiva entre las precipitaciones anuales y los rendimientos máximos estables, con una alta asociación entre las

variables ($R^2 > 90\%$), la cual explica, en gran medida, las diferencias encontradas en los rendimientos anuales entre los sitios (Figura 3).

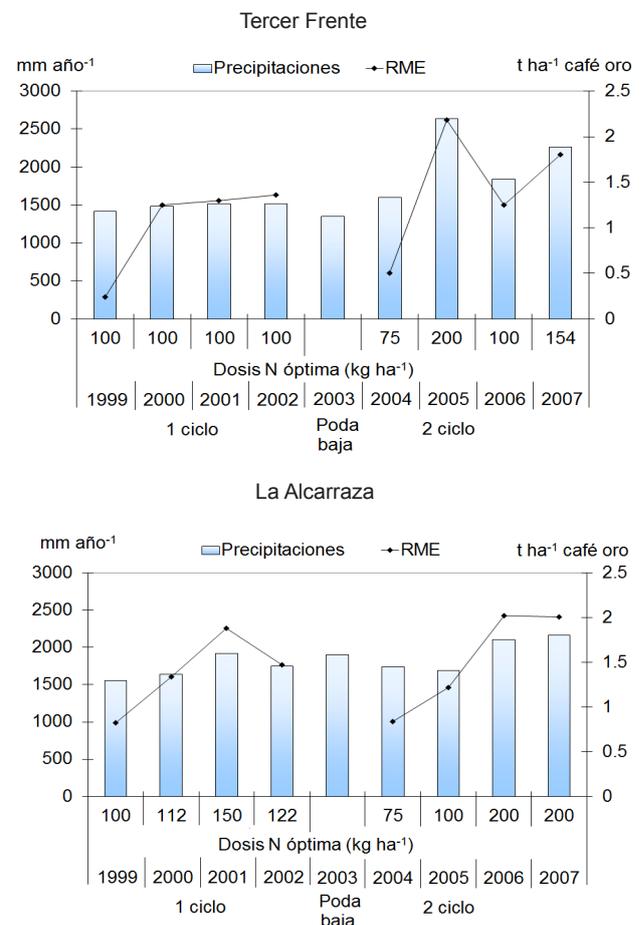


Figura 2. Comportamiento de los rendimientos máximos estables (RME) y las precipitaciones anuales durante los dos ciclos del café estudiados en ambos sitios experimentales.

Este análisis determinó que la existencia de condiciones favorables de humedad propician que las plantas de *Coffea canephora* puedan manifestar un buen crecimiento y productividad en cualquiera de sus ciclos productivos.

Al evaluar la variabilidad climática en el oriente cubano, se determinó que la precipitación total anual es la variable que determina la mayoría de las variaciones en los rendimientos del cultivo, reafirmando a la lluvia como el elemento climático de mayor variabilidad en el país. No ocurre así con la temperatura, dado el carácter preponderadamente cálido del clima^D, observándose en la Figura 1 que la temperatura media se caracterizó por pocas variaciones en sus valores mensuales entre años.

^C Rivera, R. *Nutrición, fertilización y balance del fertilizante nitrogenado (15N) para el café en un suelo Ferralítico Rojo compactado* [Tesis de Doctorado], Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 1988, 110 p.

^D Palacios, J.R. y Palacios, A.V. "Evaluación de la variabilidad climática interanual en el oriente cubano con el uso de la clasificación climática de Köppen", *Resúmenes Convención Trópico. II Congreso de Meteorología Tropical*, 2008, 337 p.

El hecho de obtener una alta relación entre las precipitaciones anuales y los rendimientos máximos estables, así como que la especie *canephora* en Cuba se cosecha a partir de octubre, sugiere que el crecimiento del fruto se va a extender desde mayo hasta diciembre y, por lo tanto, puede aprovechar tanto las precipitaciones anuales como el fertilizante que se aplicó a inicios del mes de octubre.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en investigaciones realizadas en México^A, donde se encontró que las precipitaciones comprendidas en el período de mayo a diciembre, aseguran el crecimiento del fruto de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, comenzando la cosecha a partir del mes de enero, con el inicio de la fase de maduración del grano.

Es de destacar que la relación rendimiento-precipitación no es tan simple y aquí influye además la distribución de la lluvia en función de la etapa fenológica

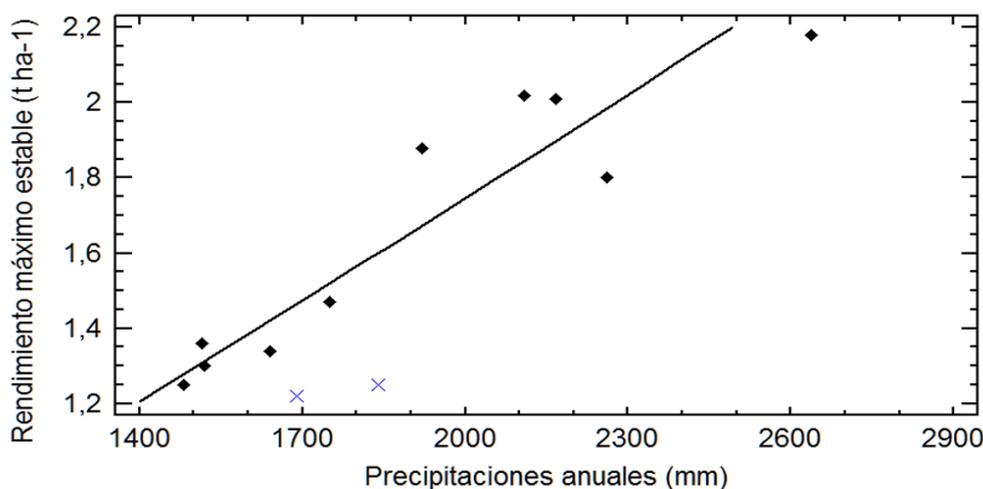
del cultivo, el número de días de lluvia y la propia alternancia del cultivo (18).

Investigaciones en Colombia mostraron que en los cafetales bajo sombra ocurre una doble interceptación de la lluvia, una menor proporción debida a la parte aérea de la vegetación y la otra por el estrato rasante superficial, en el cual se retiene una alta proporción del agua (19).

Un ejemplo de esta interacción positiva se da en las condiciones de Pinares de Mayarí, provincia de Holguín sobre suelos Ferríticos (Ferralsoles ródicos-géricos), donde se obtienen plantaciones de *Coffea arabica* L. con un suministro adecuado de nutrientes, relacionado con un adecuado régimen de temperatura, precipitaciones (1 650 mm anuales), con 180 días de lluvia año⁻¹ y en un relieve de meseta, todo lo cual condiciona un abastecimiento adecuado de agua para el café^E.

Tabla II. Comparación de Modelos Alternos para la relación entre los rendimientos y el total de precipitaciones anuales en ambos sitios experimentales.

Modelo	Correlación	R ²	Es \hat{y}
Doble Inverso	0,9516	90,55 %	0,04
Inversa de X	-0,9487	90,00 %	0,12
Logaritmo de X	0,9430	88,93 %	0,12
Multiplicativa	0,9421	88,75 %	0,08
Raíz Cuadrada de X	0,9376	87,90 %	0,13
Raíz Cuadrada Doble	0,9364	87,68 %	0,05
Cuadrado de Y	0,9330	87,05 %	0,45
Lineal	0,9302	86,53 %	0,14
Raíz Cuadrada de Y	0,9281	86,13 %	0,05
Exponencial	0,9254	85,64 %	0,09
Inversa de Y	-0,9188	84,42 %	0,06
Cuadrado Doble	0,9170	84,09 %	0,50
Cuadrado de X	0,9100	82,81 %	0,16



$$y = 1/(-0,0242012 + 1194,68/x) \quad R^2 = 90,55 \% \quad Es\hat{y} = 0,04$$

Figura 3. Relación entre los rendimientos máximos estables (y) encontrados y las precipitaciones anuales caídas (x) en ambos sitios experimentales.

^E Ochoa, M. *Nutrición y fertilización fosfórica del caféto (Coffea arabica L.) cultivado sobre suelo Ferrítico Rojo oscuro* [Tesis de Maestría], Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2000, 80 p.

En estas condiciones de suelos Ferríticos y durante 18 años, con poda baja total cada cuatro cosechas, se obtuvieron rendimientos anuales entre 1,5–2,5 t ha⁻¹ de café oro, con dosis que oscilaron entre 164 kg ha⁻¹ año⁻¹ y 240 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, en función del nivel de rendimiento, las precipitaciones y del fraccionamiento utilizado.

Para las condiciones de Veracruz, México, se afirma que la precipitación y la temperatura relacionadas con los subperíodos de las fases fenológicas, afectan de forma distinta los ciclos de producción de café y para esas condiciones se explica que los excedentes de precipitación no permiten el óptimo desarrollo de las flores y su fructificación, causando su marchitez prematura^F.

La situación encontrada en estos sitios experimentales, conlleva a plantear que la especie *canephora*, cuando se favorece con las precipitaciones anuales, puede alcanzar rendimientos entre 1,5 y 2 t ha⁻¹ de café oro, con independencia de la localidad y tipo de suelo.

CONCLUSIONES

Se encontró una fuerte relación entre las precipitaciones anuales y los rendimientos máximos estables, en ambos sitios y ciclos ($R^2 > 90\%$) y dado el eminente carácter preponderante de la variación anual de las precipitaciones, se hace necesario tener en consideración esta variable en los pronósticos de cosecha, para garantizar, junto a un adecuado suministro de nutrimentos y las labores de atención al cultivo, una estabilidad de la producción cafetalera.

BIBLIOGRAFÍA

- Maestri, M. y Barros, R.S. "Ecofisiología de cultivos tropicales", *Serie publicaciones misceláneas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*, vol. 288, 1981, p. 50, ISSN 0534-5391.
- Soto, F. "Crecimiento y requerimientos ecológicos del cafeto", en: Rivera, R. y Soto, F., *El Cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y Resultados*, edit. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Cuba, 2006, p. 500, ISBN 959-7023-37-7.
- Alves, M.C.; Silva, F.M. da.; Sanches, L.; Carvalho, L.G. de. y Ferraz, G.A. e S. "Geospatial analysis of ecological vulnerability of coffee agroecosystems in Brazil", *Applied Geomatics*, vol. 5, no. 2, 1 de febrero de 2013, pp. 87-97, ISSN 1866-9298, 1866-928X, DOI 10.1007/s12518-013-0101-0.
- Rodríguez, D.; Cure, J.R.; Cotes, J.M.; Gutierrez, A.P. y Cantor, F. "A coffee agroecosystem model: I. Growth and development of the coffee plant", *Ecological Modelling*, vol. 222, no. 19, 10 de octubre de 2011, pp. 3626-3639, ISSN 0304-3800, DOI 10.1016/j.ecolmodel.2011.08.003.
- Fournier, L.A. y Di Stefano, J.F. "Variaciones climáticas entre 1988 y 2001, y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en Ciudad Colón de Mora, Costa Rica", *Agronomía Costarricense*, vol. 28, no. 1, 2004, pp. 101–120, ISSN 2215-2202.
- Ruiz, L.V.; Arizpe, N.; Orellana, R. y Hernández, J. "Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México", *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, vol. 34, no. 5, 2009, pp. 322-329, ISSN 0378-1844.
- Bertrand, B.; Boulanger, R.; Dussert, S.; Ribeyre, F.; Berthiot, L.; Descroix, F. y Joët, T. "Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality", *Food Chemistry*, vol. 135, no. 4, 15 de diciembre de 2012, pp. 2575-2583, ISSN 0308-8146, DOI 10.1016/j.foodchem.2012.06.060.
- Lin, B.B. "Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture", *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 144, no. 1–2, 14 de mayo de 2007, pp. 85-94, ISSN 0168-1923, DOI 10.1016/j.agrformet.2006.12.009.
- Andrade, G.A.; Ricce, W. da S.; Caramori, P.H.; Zaro, G.C. y Medina, C. de C. "Zoneamento agroclimático de café robusta no Estado do Paraná e impactos das mudanças climáticas", *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 33, no. 4, 28 de agosto de 2012, pp. 1381-1390, ISSN 1679-0359, DOI 10.5433/1679-0359.2012v33n4p1381.
- Mouen Bedimo, J.A.; Cilas, C.; Nottéghem, J.L. y Bieysse, D. "Effect of temperatures and rainfall variations on the development of coffee berry disease caused by *Colletotrichum kahawae*", *Crop Protection*, vol. 31, no. 1, enero de 2012, pp. 125-131, ISSN 0261-2194, DOI 10.1016/j.cropro.2011.09.010.
- Pallardy, S.G. *Physiology of Woody Plants* [en línea], edit. Academic Press, 20 de julio de 2010, p. 470, ISBN 978-0-08-056871-3, [Consultado: 5 de mayo de 2015], Disponible en: <http://books.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=IErWWicYb4C&oi=fnd&pg=PP2&dq=Physiology+of+woody+plants&ots=ViN-NL2hRA&sig=Qz3Ej-Rws w 7 e V U d I 0 L F 9 x A y T t X A &redir_esc=y#v=onepage&q=Physiology%20of%20woody%20plants&f=false>.
- Ramírez, B.V.H.; Arcila, P.J.; Jaramillo, A.; Rendón, J.R.; Cuesta, G.; García, J.C.; Menza, H.D.; Mejía, C.G.; Montoya, D.F.; Mejía, J.W.; Torres, J.C.; Sanchez, P.M. y Baute, J.E. "Variabilidad climática y la floración del café en Colombia", *Avances Técnicos Cenicafé*, no. 407, 28 de enero de 2013, ISSN 0120-0178, [Consultado: 5 de mayo de 2015], Disponible en: <<http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/333>>.
- Ramírez, V.H.; Jaramillo, A. y Arcila, J. "Rangos adecuados de lluvia para el cultivo de café en Colombia", *Avances Técnicos Cenicafé*, no. 395, 7 de mayo de 2013, ISSN 0120-0178, [Consultado: 5 de mayo de 2015], Disponible en: <<http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/364>>.

^F Rosales, G.T. *Evaluación de los impactos potenciales de la variabilidad y cambio climáticos en la producción de café (Coffea arabica L.) en Coatepec, Veracruz* [Tesis de Maestría], UNAM, 2013, 111 p.

14. Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*, edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, p. 93, ISBN 978-959-7023-77-7.
15. Pérez, A.; Bustamante, C.; Rivera, R. y Martín, G.M. "Efecto del nitrógeno sobre los rendimientos y contenido foliar de *Coffea canephora* en un suelo Pardo ócrico sin carbonatos", *Centro Agrícola*, vol. 38, no. 4, 2011, pp. 37-44, ISSN 2072-2001.
16. Díaz, A.P.; González, C.A.B.; Alonso, G.M.M.; Espinosa, R.A.R.; Núñez, R.V. y Castro, M.I.R. "Nitrogen fertilization after robusta coffee pruning in Cambisols", *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 46, no. 8, agosto de 2011, pp. 935-943, ISSN 0100-204X, DOI 10.1590/S0100-204X2011000800021.
17. Peña, Q.A.J.; Ramírez, B.V.H.; Valencia, A.J.A. y Jaramillo, R.A. "La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia", *Avance Técnicos Cenicafé*, no. 415, 28 de enero de 2013, pp. 1-8, ISSN 0120-0178.
18. Rivera, R. "Nutrición y fertilización de *Coffea arabica* en Cuba" [en línea], en: Rivera, R. y Soto, F., *El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y resultados*, La Habana, Cuba, 2006, p. 500, ISBN 959-7023-37-7, [Consultado: 16 de mayo de 2015], Disponible en: <http://www.researchgate.net/profile/Ramon_Espinosa/publication/271763850_Nutricin_y_fertilizacin_del_coffea_arbica_en_Cuba/links/54d0dcb00cf20323c219fce5.pdf>.
19. Velásquez Franco, S.; Jaramillo Robledo, A.; Acosta, L.; Louman, B.; Galloway, G.; Varón, E.H.; Hanson, P.; Longino, J.T.; Borbón, O.; Carballo, M. "Redistribución de la lluvia en diferentes coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia", *Cenicafé*, vol. 60, no. 2, 2009, pp. 148-160, ISSN 0365-9372.

Recibido: 19 de diciembre de 2014

Aceptado: 13 de febrero de 2015

¿Cómo citar?

Bustamante Gonzáles, C.; Pérez Díaz, A.; Rivera Espinosa, R.; Martín Alonso, G. M. y Viñals Núñez, Rolando. "Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivado en suelos Pardos de la región oriental de Cuba" [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 21-27. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.