

# Contenido

- 3 *Genética y mejoramiento*  
Evaluación de indicadores de manejo de la colección de recursos fitogenéticos de *Coffea* spp. en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa  
Merardo Ferrer-Viva, José Lacerra-Espino, Ciro Sánchez-Esmoris, Islien Meneses-Zamora, Yojana Rodríguez-Benito, Nosleiby Ortiz-Gómez y María Esther González-Vega
- 9 Efecto de diferentes variantes para la desinfección en hojas de *Coffea arabica* L. en el establecimiento *in vitro*  
Nosleiby Ortiz-Gómez, Marta Turiño-Peña y Lisandra Jiménez-Ferrer
- 15 *Fitotecnia*  
Influencia de las temperaturas y precipitaciones en el desarrollo de índices morfológicos del cacao en Jibacoa  
Yusdel Ferrás-Negrín, José Jesús Márquez-Rivero, María Beatriz Aguirre-Gómez, Carlos Alberto Bustamante-González y Ceferino González-Fernández
- 22 *Suelos y agroquímica*  
Efecto de las cepas de micorrizas y la riqueza del sustrato en el crecimiento de posturas de *Theobroma cacao* L. y los índices de utilización de nutrientes  
Carlos Alberto Bustamante-González y Melquiades Rojas-Osoria
- 35 Empleo de bioproductos en la producción de posturas de *Coffea arabica* L.  
Rolando Viñals-Núñez, Carlos Alberto Bustamante-González, Rogelio Ramos-Hernández, Osnielkis Sánchez-Durán, Norlan Morán-Rodríguez y Yusdel Ferrás-Negrín
- 44 *Fitopatología*  
Situación epidemiológica de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en las condiciones agroecológicas de Tercer Frente, Cuba  
Lázaro Araño-Leyva, Deysi Prieto-García y Francisco Rodríguez-Patterson
- 50 *Extensión agrícola e investigación participativa*  
Implementación de la agricultura familiar para la diversificación de la producción en la comunidad cafetalera Rihito de Matías Isidro Fernández-Rosales, Délira Navarro-Ocaña, Ovidio Fajardo-Martínez, Mario J. Verdecia-García y Regulo Reyes-Galafet
- 59 Actualización y automatización de la metodología para confeccionar el programa de desarrollo de café  
Rafael Pichardo-Aldana, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría, Pascual Caro-Cayado, José Antonio González-Labrada y Wilfredo Díaz-Hernández
- 72 *Tecnología industrial y preindustrial*  
Fermentación de cacao húmedo en cajas de grandes dimensiones  
Wilfredo Lambertt-Lobaina y Miguel de la Cruz-Muguerca
- 77 Determinación de pronósticos mensuales de la cosecha de cacao en plantaciones de Baracoa, provincia de Guantánamo  
Algimiro Nariño-Nariño, Miguel Menéndez-Grenot y Wilfredo Lambertt-Lobaina
- 82 *Comunicación corta*  
Reanimación de la producción de café Arábico a partir de la introducción de tecnologías  
Alexei Yero-Guevara, Mario J. Verdecia-García, Jorge Luis Ramajo-Destrades y Délira Navarro-Ocaña
- 85 Modificación de la casa de tapado para la producción de injertos hipocotiledonares de café  
Wilber Márquez-Márquez, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría, Isidro Fernández-Rosales y Adolfo Ramos-Marzan

# Contents

- 3     *Genetic and improvement*  
Evaluation of management indicators of the collection of phytogenetic resources of *Coffea* spp. in the Estación Experimental Agro-Forestal of Jibacoa  
Merardo Ferrer-Viva, José Lacerra-Espino, Ciro Sánchez-Esmoris, Islien Meneses-Zamora, Yojana Rodríguez-Benito, Nosleiby Ortiz-Gómez and María Esther González-Vega
- 9     Effect of different variants for the disinfection in leaves of *Coffea arabica* L. in the in vitro establishment  
Nosleiby Ortiz-Gómez, Marta Turiño-Peña and Lisandra Jiménez-Ferrer
- 15    *Cropping farm*  
Influence of the temperatures and precipitations in the morphological indexes development of cocoa in Jibacoa  
Yusdel Ferrás-Negrín, José Jesús Márquez-Rivero, María Beatriz Aguirre-Gómez, Carlos Alberto Bustamante-González and Ceferino González-Fernández
- 22    *Soils and Agro-chemistry*  
Effect of the mycorrhiza strains and the substratum wealth in the growth of *Theobroma cocoa* L. seedlings and indexes of nutritious use  
Carlos Alberto Bustamante-González and Melquiades Rojas-Osoria
- 35    Bioproducts employment in the production of *Coffea arabica* L. postures  
Maritza Idilia Rodríguez-Castro, Carlos Alberto Bustamante-González, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría and Pascual Caro-Cayado
- 44    *Phytopathology*  
Epidemic situation of the coffee Rust (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) under agroecological conditions of Tercer Frente, Cuba  
Lázaro Araño-Leyva, Deysi Prieto-García and Francisco Rodríguez-Patterson
- 50    *Agricultural extension and participative investigation*  
Implementation of the family agriculture for the diversification of the production in the coffee community Rihito of Matías  
Isidro Fernández-Rosales, Délira Navarro-Ocaña, Ovidio Fajardo-Martínez, Mario J. Verdecia-García and Regulo Reyes-Galafet
- 59    Modernization and automation of the methodology to make the coffee development program  
Rafael Pichardo-Aldana, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría, Pascual Caro-Cayado, José Antonio González-Labrada and Wilfredo Díaz-Hernández
- 72    *Industrial and pre-industrial technology*  
Fermentation of humid cocoa in boxes of big dimensions  
Wilfredo Lambertt-Lobaina and Miguel de la Cruz-Muguercia
- 77    Determination of monthly presage of the cocoa harvest in plantations of Baracoa, Guantánamo province  
Algimiro Nariño-Nariño, Miguel Menéndez-Grenot and Wilfredo Lambertt-Lobaina
- 82    *Short communication*  
Revitalizing of the Arabic coffee production starting from the technologies introduction  
Alexei Yero-Guevara, Mario J. Verdecia-García, Jorge Luis Ramajo-Destrades and Délira Navarro-Ocaña
- 85    Modification of the house having covered for the production of grafting hypocotyls of coffee  
Wilber Márquez-Márquez, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría, Isidro Fernández-Rosales and Adolfo Ramos-Marzan

## Genética y mejoramiento

# Evaluación de indicadores de manejo de la colección de recursos fitogenéticos de *Coffea* spp. en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa<sup>1</sup>

Merardo Ferrer-Viva,\* José Lacerra-Espino,\* Ciro Sánchez-Esmoris,\* Islien Meneses-Zamora,\* Yojana Rodríguez-Benito,\*\* Nosleiby Ortiz-Gómez\* y María Esther González-Vega\*\*\*

### Resumen

*El trabajo se realizó en la Unidad Científico Tecnológica de Base, Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, ubicada en el municipio de Manicaragua, provincia de Villa Clara, entre el 1 de enero de 2012 y el 30 de junio de 2014. Tuvo como objetivo determinar la situación de indicadores relacionados con los programas, proyectos y las lagunas de los recursos fitogenéticos de café, así como las referencias asociadas a estos en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa. Para la recopilación de la información se utilizaron los modelos de presentación de informes para el seguimiento de la implementación del Segundo Plan de Acción Mundial (Segundo PAM) para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), FAO (2015). En la identificación de las principales lagunas de la colección se recopiló la información de la actividad prioritaria número 5. En la evaluación de los indicadores de proyectos se utilizó la Tabla de proyectos (protab) y en las referencias la Tabla de referencias (reftab). Se crearon bases de datos en Microsoft Excel y se practicaron análisis gráficos y tabulares con los indicadores seleccionados. En el manejo de los recursos fitogenéticos de *Coffea* spp. se constató predominio de las actividades con el 67 %, y los talleres el 47 %, además, el 82 % tuvieron ámbito nacional. El 65 % de los proyectos están completados y el 35 % en marcha, y se asocian a siete áreas prioritarias del segundo PAM. Los mayores porcentajes de referencias generadas correspondieron a memorias digitales y misceláneos.*

Palabras clave: *proyectos, referencias, recursos fitogenéticos, café.*

### Abstract

*This paper was performed at Estación Experimental Agro-Forestal of Jibacoa which belong to the Manicaragua municipality, Villa Clara province. The paper was carried out from January 1<sup>st</sup> 2012, and June 30<sup>th</sup> 2014. Its objective was to determine the situation of indicators associated which programs, projects and lack of coffee phylogenetic resources, as well as different references related with them, at our Estación Experimental Agro-Forestal. In order to collect information, report models were used, to follow presentation models for the Second Global Plan of Action, regarding Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. During the identification of necessities, we gathered information using the priority activity 5. During the evaluation of the indicators project chart (protab) was used. In the section of references, the chart or a reference (retab) was used. Data bases were created using Microsoft Excel, and graphical and tabular analysis were carried out, using the indicators already selected. In the management of *Coffea* spp. phylogenetic resources, a predominance of activities with 67 %, and workshops whit 47 %. Besides, 82 % had a national scope. 65 % of project is already finished, and 35 % are still running associated to seven priority areas belonging to the Second PAM. The greater percentages of generated references belonged to digital memoirs and miscellaneous.*

Key words: *project, references, phylogenetic resources, coffee.*

<sup>1</sup> Recibido: 7/7/2016

Aprobado: 17/11/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara. ferrer@jibacoa.inaf.co.cu

\*\* Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Santiago de Cuba.

\*\*\* Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

## Introducción

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura constituyen la base biológica de la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial, la materia prima más importante de los agricultores, que los custodian y de los fitomejoradores; su diversidad genética facilita la adaptación de los cultivos y las variedades a unas condiciones siempre en evolución y superar los problemas provocados por las plagas, las enfermedades y los estreses abióticos (FAO, 2012).

En este contexto los bancos de germoplasma son básicos para el desarrollo de los programas de mejoramiento genético, más si se quiere obtener avances sólidos en los objetivos de mejora que en este se proponga. La variabilidad identificada en los recursos fitogenéticos es un factor de peso determinante en la solución de los problemas actuales y futuros relacionados con la productividad de los cultivos comerciales, la adaptación a los cambios climáticos y el desarrollo de nuevas variedades mediante la utilización de métodos tradicionales y biotecnológicos (Molina y col., 2011).

Por la importancia que revisten, la FAO aprobó El Plan de Acción Mundial (PAM) para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) en 1996 en Leipzig, y fue un hito esencial en la organización de su gobernanza internacional. Durante los últimos 15 años ha sido el principal documento de referencia para las actividades nacionales, regionales y mundiales destinadas a la conservación y la utilización sostenible de estos recursos. El Segundo Plan de Acción Mundial incluye nuevos desafíos y oportunidades a través de 18 actividades prioritarias (FAO, 2012).

La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura en la decimoquinta reunión ordinaria aprobó el modelo de presentación de informes para el seguimiento de la implementación del Segundo PAM. Estos tienen como finalidad guiar a los puntos focales nacionales en la valoración de los progresos logrados en la conservación y utilización de los RFAA y son la base para la preparación de los informes de los países (FAO, 2015).

Teniendo en cuenta estos antecedentes y que la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa es una entidad curadora de germoplasma del género *Coffea* spp., e interesada en el Mecanismo Nacional de Intercambio de Información (MNII), respondió los indicadores del Segundo PAM, como base para el tercer informe de país sobre

el estado de los RFAA. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la situación de indicadores relacionados con los programas, proyectos y las lagunas de los recursos fitogenéticos de café, así como las referencias asociadas a estos en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la Unidad Científico-Tecnológica de Base (UCTB) Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, ubicada en el municipio de Manicaragua, provincia de Villa Clara, Cuba.

Para la recopilación de la información se utilizaron los modelos de presentación de informes para el seguimiento de la implementación del segundo PAM sobre los RFAA (FAO, 2015). En la identificación de las principales lagunas en la colección se recopiló y procesó la información de las áreas prioritarias, específicamente los indicadores de la actividad prioritaria número 5: Apoyo a la recolección selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, e incluye además los indicadores 13,14.

En la evaluación de los indicadores de los proyectos se utilizó la Tabla de proyectos (protab). Esta recoge información relacionada con los programas proyectos, actividades, planes, cursos, entre otras actividades; tipo de proyectos, ámbito de los proyectos, su estado y las áreas prioritarias del Segundo PAM con ellos relacionados. En las referencias se empleó la Tabla de referencias (reftab), o sea, las relacionadas con el manejo de los recursos fitogenéticos, establecidas en la metodología antes mencionada.

Para la creación de las bases de datos se utilizaron tablas en Microsoft Excel que proporcionan una breve descripción de la estructura de la tabla (columnas). En la recopilación de la información se emplearon los informes anuales de desempeño de la entidad, los planes anuales de ciencia, la revisión en revistas seriadas y las respuestas de los curadores a las preguntas del modelo. Con los datos disponibles se actualizaron los indicadores propuestos durante el período comprendido desde el 1 de enero de 2012 hasta el 30 de junio de 2014.

Los indicadores utilizados fueron los siguientes: número de programas proyectos y otras actividades; ámbito y estado de los proyectos; cantidad de áreas prioritarias del Segundo PAM relacionados con los proyectos; las principales lagunas en la colección y la cantidad de referencias relacionadas con el manejo de los recursos fi-

togenéticos por años. Se determinaron los porcentajes de los programas, proyectos y actividades con relación al total, así como su estructura y estado. Se contabilizaron la cantidad de áreas prioritarias relacionadas con los proyectos, las principales lagunas en la colección y la cantidad de referencias relacionadas con el manejo de los recursos fitogenéticos. Con los datos obtenidos se realizaron análisis gráficos y tabulares.

## Resultados y discusión

En las *Figs. 1 y 2* se expresan los porcentajes y la estructura del ámbito de programas, proyectos y otras

acciones. Sobresalen las actividades (67 %), seguida de los proyectos (44 %) y los talleres (33 %). Las actividades más relevantes corresponden a la entrega de las normas ramales para la producción de semillas, la asesoría a los bancos de semillas y la oferta de material de siembra a los bancos de semillas de entidades de la cadena productiva del café. En los talleres se trataron los temas de producción de semillas y el manejo de variedades. Por otra parte, el programa correspondió al Programa Nacional de Mejoramiento Vegetal y Recursos Fitogenéticos, cerrado a inicios de la presente década.

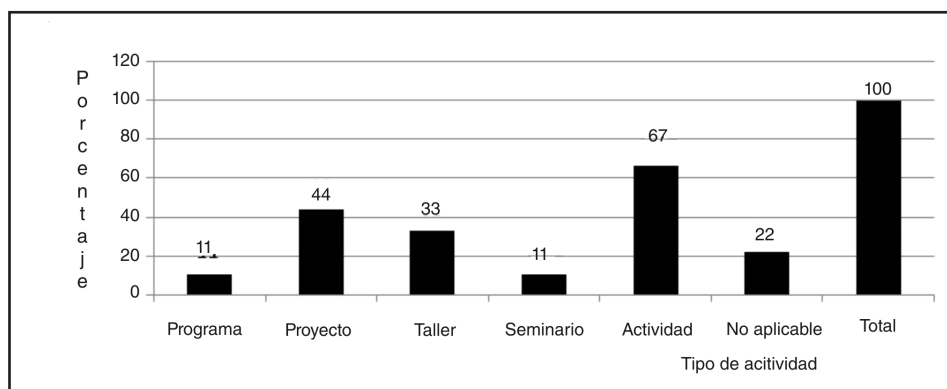


Fig. 1. Programas, proyectos y otras acciones relacionadas con los recursos fitogenéticos.

Existió predominio de programas, proyectos y otras acciones de ámbito nacional (82 %), seguido en orden por las regionales (12 %), expresión de que se corresponden con la máxima prioridad del país. Estos resultados coinciden con los reportados por Ferrer (2010), quien

al analizar el ámbito de los proyectos relacionados con los recursos fitogenéticos de café y cacao en la extinta Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, de Cuba, en el período de 1995 al 2007, también reportó el mayor porcentaje de ámbito nacional.

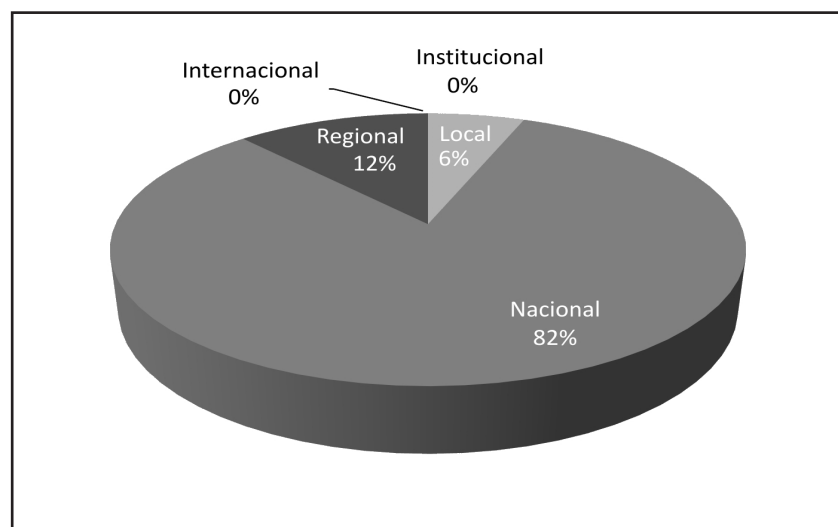


Fig. 2. Estructura del ámbito de los programas, proyectos y otras acciones relacionadas con los recursos fitogenéticos.

Referente al estado de los programas, proyectos y actividades (Fig. 3), el 65 % está completado y el 35 % en marcha. Como una debilidad se identifica que no existen proyectos propuestos o aprobados sin ejecutar, incluyendo los de ámbito internacional que complementen el financiamiento nacional para la conservación y manejo de los fitogenéticos, así como fortalecer el trabajo en determinadas áreas prioritarias. Por lo tanto, debe ser de interés de la entidad curadora de germoplasma estimu-

lar acciones en este sentido, fundamentalmente hacia la gestión de proyectos que coadyuven al manejo de estos recursos en el futuro, relacionados con las áreas prioritarias del Segundo PAM. Estos resultados coinciden con los informados en Cuba en cuanto al predominio de los proyectos en marcha y completados al realizar una valoración del estado de los proyectos sobre los recursos fitogenéticos en las áreas prioritarias relacionadas con el manejo *in situ*, *ex situ* y utilización de los RFAA (Cuba, 2004).

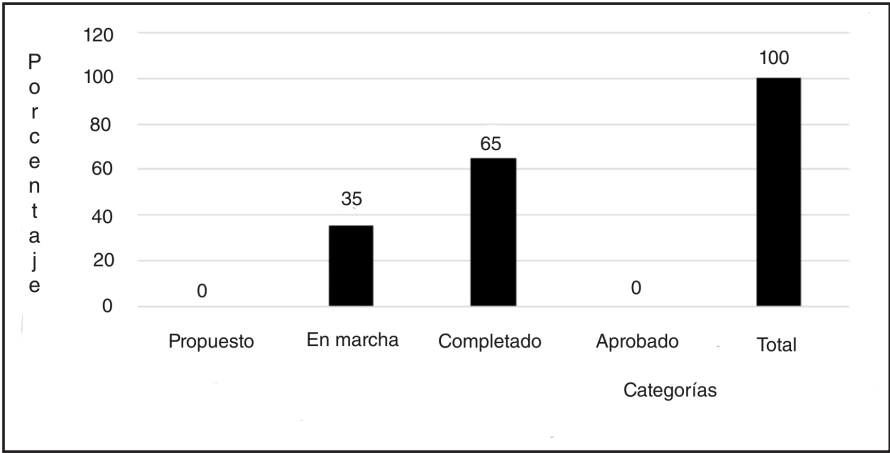


Fig. 3. Estado de los programas, proyectos y otras acciones relacionadas con los recursos fitogenéticos.

De las 18 Áreas Prioritarias del Segundo PAM, se identificaron siete con los proyectos en el período evaluado, y de ellas cuatro se repitieron en todos los proyectos: 10, 12, 17 y 18. Estas corresponden a promoción de la diversificación de la producción agrícola y aumento de la diversidad de los

cultivos para una agricultura sostenible, apoyo a la producción y distribución de semillas, creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos, fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los RFAA (Tabla 1).

Tabla 1. Áreas prioritarias del Segundo PAM relacionadas con los proyectos

No. del área prioritaria	Enunciado del área prioritaria
2	Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los RFAA
6	Mantenimiento y ampliación de la conservación <i>ex situ</i> de germoplasma
7	Regeneración y multiplicación de las muestras <i>ex situ</i>
10	Promoción de la diversificación de la producción agrícola y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible
12	Apoyo a la producción y distribución de semillas
17	Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos
18	Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los RFAA

Las lagunas detectadas en el acervo genético del género *Coffea* spp. y los métodos utilizados para identificarlas aparecen en la *tabla 2*. Existen seis carencias fundamentales, indicativas de que la colección no atesora toda la diversidad genética deseada, ya bien sea para explotarla a través del empleo directo de los genotipos, o para trans-

ferir genes a las variedades comerciales; de modo que se pueda disponer de la resistencia imprescindible ante estreses, bióticos o abióticos de importancia económica. Estos resultados coinciden con los reportados en Cuba en cuanto a la existencia de lagunas en las colecciones y los métodos utilizados para determinarlas (Cuba, 2007).

**Tabla 2. Principales lagunas en la colección del género *Coffea* spp. y los métodos utilizados para detectarlas**

No.	Carencias detectadas	Métodos utilizados para detectar carencias
1	Cobertura incompleta de los taxones objetivo	Comparación del material almacenado con referencias históricas
2	Cobertura geográfica incompleta	
3	Variedades de los agricultores/variedades nativas conocidas faltantes	Comparación del material almacenado con referencias geográficas
4	Variedades históricas faltantes	
5	Especies silvestres afines faltantes	
6	Cobertura incompleta de resistencias a factores bióticos y abióticos	

Estas carencias se pueden resolver mediante dos vías fundamentales: la introducción de recursos fitogenéticos conservados en instituciones foráneas o la prospección en áreas geográficas de alta diversidad y domesticación de estos cultivos. También existe la posibilidad de introducir o reintroducir algunas accesiones a partir de entidades curadoras de germoplasma como los jardines botánicos, y en el caso de algunas variedades desde las fincas de los campesinos. Estas acciones, sin embargo, demandan un marco financiero adecuado y la selección del personal especializado. Engelmann y Dullo (2007) in-

formaron sobre la existencia de diversidad genética de café en el mundo, necesaria para emprender los programas de mejoramiento.

En el período se generaron 38 referencias. La mayor cantidad correspondió a las memorias digitales (20) y misceláneo (11). Los demás tipos no sobrepasaron el total de cinco, incluyendo los artículos en revistas seriadas. Se observó una fluctuación en los años. En 2012 alcanzó la cifra de 17, y en 2014 se presentaron 13, a pesar de que en este año se recopiló información solo en el primer semestre (*Tabla 3*).

**Tabla 3. Cantidad de referencias relacionadas con el manejo de los recursos fitogenéticos**

Tipo de referencia	Número total de referencias	Años		
		2012	2013	2014
Memoria digital	20	8	7	5
Misceláneo	11	6	0	5
Artículo	2	2	0	0
Informe Técnico	3	1	1	1
No publicado	2	0	0	2
<i>Total</i>	38	17	8	13



## Conclusiones

- En el manejo de los recursos fitogenéticos de *Coffea* spp. se constató predominio de las actividades con el 67 %, y los talleres el 47 %; además, el 82 % tuvieron ámbito nacional.
- El 65 % de los proyectos están completados y el 35 % en marcha, y se asocian a siete áreas prioritarias del Segundo Plan de Acción Mundial.
- Los mayores porcentajes de referencias generadas correspondieron a memorias digitales y misceláneos.
- Entre los vacíos más importantes se identificaron que no existen proyectos propuestos o aprobados sin ejecutar, se identificaron carencias en la colección y la cantidad de artículos ubicados en revistas seriadas fue bajo.

## Recomendaciones

Utilizar los datos resultantes del análisis para el establecimiento de estrategias relacionadas con los recursos fitogenéticos.

## Bibliografía

Cuba: *Informe Final del Estudio Piloto del Mecanismo Nacional de Intercambio de Información sobre la Implementación del PAM*. La Habana, 2004.

Cuba: *Informe Nacional sobre los RFAA*. La Habana, 96 Pp., abril del 2007.

Engelmann, F. and E. Dulloo: Conserving coffee genetic resources. Complementary strategies for ex situ conservation of coffee (*Coffea arabica* L.) genetic resources. A case study in CATIE, Costa Rica. Introduction. Reviews in Agricultural Biodiversity. Ed: Bioversity International, Pp. 1- 11, 2007.

FAO: "Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura." Roma (Italia), FAO, 2012 - 104 Pp. Disponible en: [http://typo3.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/GPA/GPA2/GPA2\\_es.pdf](http://typo3.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/GPA/GPA2/GPA2_es.pdf). [Consulta: 26 de enero, 2012].

FAO: Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. En: *15.ª reunión ordinaria*. Modelo de presentación de informes para el seguimiento de la implementación del segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. 42 Pp., Roma, 2015.

Ferrer, M.: "El Mecanismo Nacional de Intercambio de Información sobre las actividades de recursos fitogenéticos (MNII): una herramienta para el diseño de la conservación y manejo de las colecciones de café y cacao" [inédito], tesis de candidatura, Universidad de La Habana, 2010.

Molina, O.; Marilys Milián; Carmen Pons; Raisa L. García; García, J.; Márquez, E. y J. Migoyo: Sistema para la gestión de la información del Banco de Germoplasma en el INIVIT. *Centro Agrícola*, 38(1): 41-48, 2011.



## Efecto de diferentes variantes para la desinfección en hojas de *Coffea arabica* L. en el establecimiento *in vitro*<sup>1</sup>

Nosleiby Ortiz-Gómez,\* Marta Turiño-Peña\* y Lisandra Jiménez-Ferrer\*

---

### Resumen

La contaminación microbiana es una de las limitantes para el cultivo *in vitro* del café a partir de explantes provenientes de plantas cultivadas en el campo. Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de distintas variantes para la desinfección en hojas de *Coffea arabica* L. en el establecimiento *in vitro*. Se desarrolló en el laboratorio de biotecnología vegetal de la Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, provincia de Villa Clara, Cuba, durante julio de 2015. Se estudiaron 16 tratamientos resultantes de la combinación de la concentración de hipoclorito de sodio (1,5 %; 2 %; 2,5 % y 3 %) y el tiempo (15 min, 20 min, 25 min y 30 min). Para la comparación de medias se realizó la prueba Kruskal Wallis con previa comprobación de los supuestos de normalidad de varianza. Se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 1.0, 2012. Las mejores variantes para la desinfección de hojas de *Coffea arabica* L. en el establecimiento *in vitro* resultaron ser las combinaciones del hipoclorito de sodio al 1,5 % en 15 y 20 min, 2 % en 15 min, 2,5 % en 15 min y 3 % en 15 min.

Palabras clave: biotecnología, explantes, hipoclorito de sodio, *in vitro*.

### Abstract

The microbial contamination is one of the obstacles for the cultivation *in vitro* of the coffee starting from explants coming from plants cultivated in the field. This investigation was developed with the objective of evaluating the effect of different variants for the disinfection in leaves in the *Coffea arabica* L. for the establishment *in vitro*. It was developed in the laboratory of vegetable biotechnology of the Agriculture-forest Experimental Station Jibacoa, Villa Clara province, Cuba, during the month of July of the 2015 year. 16 treatment were studied resulting of the combination of the factors, of the combination of the concentration of hypochlorite of sodium were proven (1.5 %, 2 %, 2.5 %, 3 %) and the time (15 minutes, 20 minutes, 25 minutes and 30 minutes). For the comparison of halves was carried out the test Kruskal Wallis with previous confirmation of the suppositions of normality, the statistical program InfoStat version was used 1.0, 2012. The best variants for the disinfection of leaves of *Coffea arabica* L. in the establishment *in vitro*, turned out to be the combinations from the hypochlorite of sodium to 1.5 % in 15 and 20 minutes, 2 % in 15 minutes, 2.5 % in 15 minutes and 3 % in 15 minutes.

Key words: Biotechnology, explants, hypochlorite of sodium, *in vitro*.

<sup>1</sup> Recibido: 8/2/2016

Aprobado: 19/5/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba. nosly@jibacoa.inaf.co.cu

## Introducción

El cafeto, por constituir un cultivo perenne, tiene como principal inconveniente para su propagación por métodos tradicionales que conlleva muchos años para multiplicar un material genético con interés para la agricultura (Feria y col., 2005).

Su multiplicación a través del cultivo *in vitro* es una alternativa para la producción masiva y rápida de plantas, generar variedades nuevas y mejoradas, resistentes a extremos ambientales, a plagas y enfermedades, con bajo nivel de cafeína y maduración de frutos uniformes, puede ser una herramienta útil para acelerar los programas de propagación masiva de plantas y el mejoramiento genético (Barra y Mogollón, 2007).

La contaminación microbiana es una de las limitantes para el cultivo *in vitro* del cafeto a partir de explantes provenientes de plantas cultivadas en el campo. La presencia de microorganismos durante la fase de establecimiento de especies leñosas es un serio problema que afecta su multiplicación por esta técnica. En ello el explante inicial constituye la fuente principal de contaminantes, propiciado quizás por las características anatómicas de estos cultivos, tales como la presencia de cera y estípulas en los tallos que permite la acumulación de agentes contaminantes. Existen tres ubicaciones donde se encuentra la contaminación microbiana en plantas de cafeto: en la superficie del tejido, bajo las estípulas y en el sistema vascular (Cruz y col., 2003).

El éxito de los sistemas de propagación de plantas por biotecnología depende en gran medida del control y prevención de la contaminación microbiana. Los microorganismos provocan pérdidas cuantiosas de material vegetal en los procesos de producción o de investigación. En las zonas tropicales, si no se tiene en cuenta, este problema puede alcanzar proporciones incalculables porque las condiciones climáticas favorecen el desarrollo y multiplicación de los microorganismos (Beltrán y Mesa, 2014).

Dentro de las sustancias utilizadas en la desinfección de material vegetal se encuentra el hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ), el hipoclorito de calcio ( $\text{CaClO}$ ), peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) y bicloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ); pero constituye el hipoclorito de sodio el compuesto usado con más frecuencia por varios investigadores, con buenos resultados para la desinfección y el establecimiento *in vitro* del material vegetal, a concentraciones y tiempos diferentes. Este producto

es efectivo, económico y de fácil adquisición (Borges y col., 2004).

Las concentraciones de hipoclorito de sodio empleadas y el tiempo de desinfección presentan como inconveniente que si no se utilizan en los rangos correctos se producen pérdidas considerables de hojas o partes de estas en el proceso de desinfección, pérdidas por contaminación y muerte en el proceso de establecimiento *in vitro*. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de distintas variantes para la desinfección en hojas de *Coffea arabica* L. en el establecimiento *in vitro*.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Jibacoa, ubicada a 340 msnm, en el municipio de Manicaragua, provincia de Villa Clara, Cuba. El estudio se llevó a cabo durante julio de 2015.

Se utilizó el híbrido  $F_1$ , intraespecífico, 434 (H-434), obtenido mediante el cruzamiento del cv. Villalobos con cafés silvestres (Lacerra y col., 2012). Se seleccionó la planta madre de mejor estado fitosanitario, colectando las hojas ubicadas en las ramas plagiotrópicas del tercio medio de la planta (los terceros pares a partir del extremo de las ramas), que no presentaran deformaciones ni daños y se colectaron en horas tempranas de la mañana.

Como actividades agrotécnicas realizadas a las plantas madres se les aplicó un tratamiento químico semanal con seis meses de antelación para el control de plagas y enfermedades, así como la fertilización. Además, se les realizaron deshierbes, riegos y se mantuvieron libres de arvenses.

Para la descontaminación, las hojas de cafetos se lavaron individualmente en agua con detergente y se enjuagaron con agua limpia en el laboratorio de biotecnología. Se introdujeron en el área aséptica donde se procedió a la descontaminación con el hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones, combinado con diferentes tiempos de aplicación. Las hojas se colocaron en envases donde se les adicionó el hipoclorito de sodio a la concentración deseada, de forma tal que todas quedarán cubiertas. Se colocaron en una zaranda a 105 r.p.m., donde se mantuvieron en agitación en los tiempos deseados. En el flujo laminar se procedió a enjuagar las hojas en agua destilada con cisteína, al concluir el tiempo de descontaminación; posteriormente se colocaron los tratamientos en envases sin agua y tapados.

Para la siembra de los explantes se utilizó como medio de cultivo el propuesto por Sondahl y Sharp, 1977. Para la gelificación se utilizó Agar E a una concentración de  $5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , se esterilizó por 15 min en autoclave a  $121^\circ \text{C}$  de temperatura y  $1,2 \text{ kg/cm}^2$ . Él fue ajustado a 5,8 con el uso de HCl y/o NaOH, previo a la esterilización. Luego se cortaron los explantes de  $1 \text{ cm}^2$  aproximadamente y se sembraron 50 por tratamiento a razón de cinco por frasco. Se seleccionaron de las partes de las hojas que no se dañaron por la acción del hipoclorito de sodio.

Los tratamientos empleados resultaron de la combinación de varias concentraciones de hipoclorito de sodio y diferentes tiempos de descontaminación:

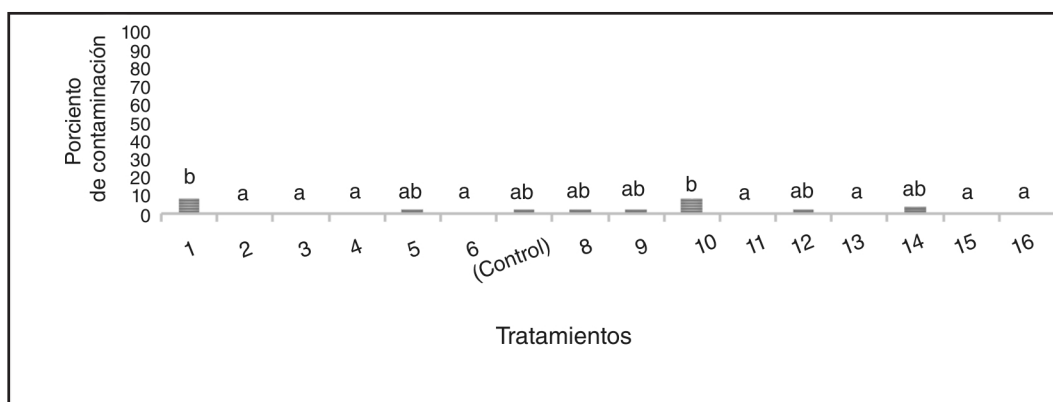
1. 15 min con el 1,5 % de hipoclorito de sodio.
2. 15 min con el 2 % de hipoclorito de sodio
3. 15 min con el 2,5 % de hipoclorito de sodio
4. 15 min con el 3 % de hipoclorito de sodio
5. 20 min con el 1,5 % de hipoclorito de sodio
6. 20 min con el 2 % de hipoclorito de sodio
7. 20 min con el 2,5 % de hipoclorito de sodio (control)
8. 20 min con el 3 % de hipoclorito de sodio
9. 25 min con el 1,5 % de hipoclorito de sodio
10. 25 min con el 2 % de hipoclorito de sodio
11. 25 min con el 2,5 % de hipoclorito de sodio
12. 25 min con el 3 % de hipoclorito de sodio
13. 30 min con el 1,5 % de hipoclorito de sodio
14. 30 min con el 2 % de hipoclorito de sodio
15. 30 min con el 2,5 % de hipoclorito de sodio
16. 30 min con el 3 % de hipoclorito de sodio

La evaluación se realizó a las 120 horas de sembrados los explantes en el medio de cultivo para formación de callos. Se evaluaron las variables siguientes: viabilidad, contaminados y muertos.

Se realizaron los análisis estadísticos con el uso del programa Infostat versión 1.0, 2012, mediante la prueba de Kruskal Wallis con previa comprobación de los supuestos de normalidad.

## Resultados y discusión

Referente a la concentración de hipoclorito de sodio y el tiempo de desinfección sobre el porcentaje de contaminación de los explantes, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los tratamientos 2, 3, 4, 6, 11, 13, 15 y 16 no presentaron contaminación. Estos a su vez no mostrando diferencias estadísticamente significativas con los tratamientos 5, 7, 8, 9, 12 y 14. El mayor desarrollo de microorganismos (hongos) se observó en los tratamientos 1 y 10, aunque los valores no rebasaron el 10 % y no difirieron estadísticamente con los tratamientos 5, 7, 8, 9, 12 y 14 (Fig. 1).



Barras con letras distintas, sus valores difieren según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,01$ ).

Fig. 1. Influencia de la concentración de hipoclorito de sodio y el tiempo de desinfección sobre el porcentaje de contaminación de los explantes.

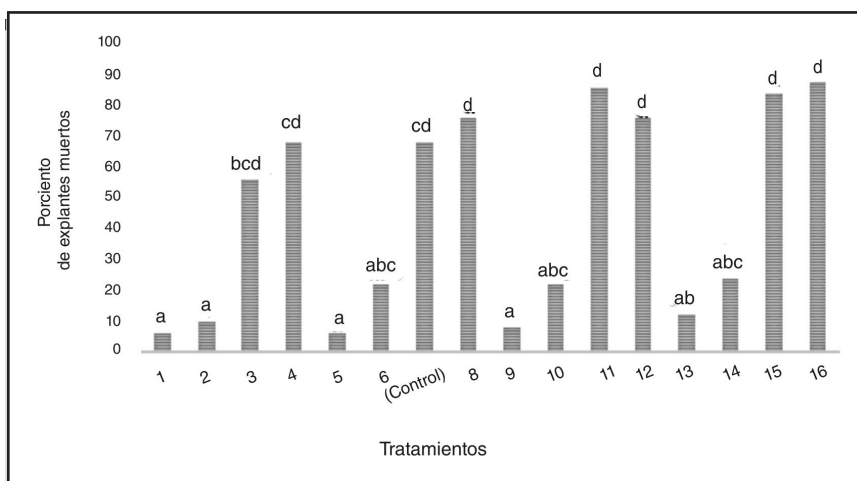
Fundamental para lograr estos resultados es la atención a las plantas madres o donantes, las cuales proporcionarán el material vegetativo para su posterior multiplicación

*in vitro*. Refiere Jiménez-Terry y col. (2007) la necesidad de aplicar un plan de defensa fitosanitario con fungicidas, a plantas leñosas antes del establecimiento *in vitro* como

una vía eficiente para disminuir la contaminación fúngica y aumentar la supervivencia, durante el ciclo de crecimiento de las plantas donadoras.

Respecto a los explantes muertos, hubo diferencia estadística entre los tratamientos. A medida que se aumentó la combinación de la concentración de hipoclorito

de sodio y el tiempo, incrementaron el número de explantes muertos. En los tratamientos 1, 2, 5 y 9 murieron menos explantes y se obtuvieron las mejores medias con diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, incluyendo el tratamiento control, y no difiriendo con los tratamientos 6, 10, 13 y 14 (Fig. 2).



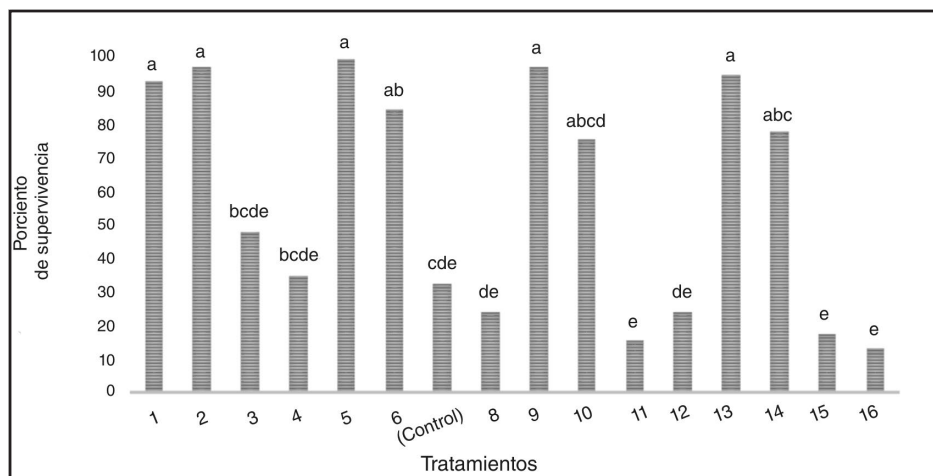
Barras con letras distintas, sus valores difieren según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,01$ ).

Fig. 2. Influencia de la concentración de hipoclorito de sodio y el tiempo de desinfección sobre el porcentaje de muerte de los explantes.

Los explantes muertos presentaron una necrosis continua de sus tejidos desde el borde hacia el centro, la cual condujo de manera paulatina a la muerte de los mismos. Esto podría estar dado principalmente por el efecto fitotóxico del hipoclorito de sodio sobre el material vegetal que ocasiona la muerte. Estos resultados corroboran lo planteado por Borges y col. (2004), quienes explican que el hipoclorito de sodio ejerce un efecto fitotóxico en distintas concentraciones (1,0; 2,0 y 3,0 %) por un tiempo de 20 min sobre el material vegetal que ocasiona la muerte del mismo. Jiménez-Terry y col. (2007) plantearon que en la desinfección de explantes de *Cedrela odorata* L. la concentración del 2 % produjo necrosis de los explantes; asimismo ocurrió con el tiempo de desinfección que afectó la brotación y produjo necrosis a los 10 y 15 min de exposición con NaClO al 2 %. López-Gómez *et al.* (2011) plantean que la mayor susceptibilidad de los explantes al hipoclorito de sodio está asociado al catión  $\text{Na}^+$ , el cual corresponde a un ion no esencial en la mayor parte de los tejidos vegetales, y que es altamente tóxico en una gran variedad de plantas.

El empleo de la concentración de hipoclorito de sodio al 1,5 % en 15 min, al 1,5 % en 20 min, al 2 % en 15 min, al 2,5 % en 15 min y al 3 % en 15 min logró un aumento significativo de la supervivencia de los explantes superior al 86 %, mostrando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos con la excepción del 6, 10 y 14 que alcanzaron una supervivencia superior al 70 % (Fig. 3).

Esto puede deberse a que el material vegetal empleado se expuso a menor concentración de hipoclorito de sodio, disminuyendo las afectaciones por necrosis y la posterior muerte de los explantes. Los resultados coinciden con los descritos por varios autores (López-Gómez *et al.*, 2011). La desinfección de explantes foliares provenientes de café aplicando una solución al 3 % de hipoclorito de sodio durante 15 min en genotipos del género *Coffea* spp. ha dado buenos resultados en estudios sobre embriogénesis somática. Ayub y Nisio (2003) aplicaron un método de desinfección en explantes de hojas jóvenes de *Coffea arabica* L. cultivar IAPAR 59, híbrido de Sarchimor, que consistió en la inmersión de las hojas en alcohol al 70 % por 40 s, seguida de una inmersión en solución de NaClO al 2 % y Tween 80 al 1 % por 15 min.



Barras con letras distintas, sus valores difieren según la prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,01$ ).

Fig. 3. Efecto de la concentración de hipoclorito de sodio y el tiempo de desinfección sobre la supervivencia de los explantes.

Las mejores medias se obtuvieron al utilizar el hipoclorito de sodio al 1,5 % en 15 y 20 min, al 2 % en 15 min, al 2,5 % en 15 min y al 3 % en 15 min. Se logró una supervivencia de los explantes superior al 86 %, donde se disminuyó el número de muertos por la acción del hipoclorito de sodio, que provocó las mayores pérdidas de los explantes.

## Conclusiones

- Las mejores variantes para la desinfección de hojas de *Coffea arabica* L. en el establecimiento *in vitro* resultaron ser las combinaciones del hipoclorito de sodio al 1,5 % en 15 y 20 min, al 2 % en 15 min, al 2,5 % en 15 min y al 3 % en 15 min.

## Bibliografía

- Ayub, R. A. y G. A. Nisio: Embriogenese somática em genótipos de café (*Coffea arabica* L.) écitocinina dependente. UEPG Ci Exatas Terra, Ponta Grossa. 9:25-30, 2003.
- Barra, A. G. y N. J. Mogollón: Aclimatación de vitroplantas de *Etilingera hemisphaerica* 'Red Tulip' Rev. Fav. Agron., (LUZ). 24 Supl. 1: 32-38, 2007.
- Beltrán, Diana Marcela y N. Mesa: El dicloruro de mercurio como desinfectante en la micropropagación del comino (*Arriba perutishemesley*). Revista Colombiana de Biotecnología, 16 (1):203-209, 2014.
- Borges, M.; E, Estrada.; Idelisa Pérez yS. Meneses: Uso de distintos tratamientos de desinfección en el cultivo

*in vitro* de *Dioscoreaalata* L. clon caraqueño. Revista Colombiana de Biotecnología, 1(2):127-131,2009.

- Borges, M.; Ros, C.; Yaritza Castellanos; Milanes, S. y R. Velásquez: Efecto de diferentes métodos de desinfección en el establecimiento *in vitro* de *Guadua angustifolia* Kunth. Biotecnología Vegetal, 4 (4):237-242,2004.
- Cruz, Mileidy; Mayra Acosta; Alina Capote; Leyva, M. y Yelenys Alvarado: Efecto del carbendazim para el control de *Colletotrichum* sp., contaminante del establecimiento *in vitro* de callos de café. Biotecnología Vegetal, 3(2):111-113, 2003.
- Feria, M. de; Jiménez, E.; Barbón, R.; Alina Capote; Maité Chávez y Elisa Quiala: Diferenciación y germinación de embriones somáticos de *Coffea arabica* L. cv. Catimor 9722 obtenidos en agitador orbital. Biotecnología Vegetal, 5(2): 95-101, 2005.
- InfoStat Versión 1.0: Universidad Nacional de Córdoba. Argentina, 2012.
- Jiménez-Terry, F.; Barbón, R.; Mariana La O; Martha Pérez; Collado, R.; Mayra Acosta-Suárez; Yelenys Alvarado-Capó y D. Agramonte: Efecto de la revigorización en el establecimiento *in vitro* de ápices y segmentos nodales de *Cedrela odorata* L. Biotecnología Vegetal, 7(1): 45-51, 2007.
- Lacerra-Espino, J.; Ferrer, M.; María Ester González; Yojana Rodriguez y P. Miranda: Selección de híbridos F1 cubanos de café (*Coffea arabica* L.). Café Cacao, 11(2):16-19, 2012.



López-Gómez, P.; Iracheta-Donjuan, R.; Marbella Castellanos-Juárez; Menéndez-López, I.; Aguirre-Medina, J.; Adriana Gutiérrez-Díez; Ma del Carmen Ojeda-Sacarias y B. Pérez-Pérez: Variación en la tolerancia a desinfectantes de genotipos elites de *Coffea* spp. cul-

tivados *in vitro*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(5):645-657, 2011.

Sondhal, M. y W. Sharp: High frequency induction of somatic embryos in cultured leaf explants of *Coffea arabica* L. *Zpflanzenphysiol*, 94:101-108, 1977.

### Injerto de cuña sobre patrón decapitado en plantaciones establecidas

Alternativa desarrollada por la Estación Experimental de Tercer Frente con la finalidad de obtener mayores rendimientos en la producción de café (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). Alarga la vida útil de plantaciones envejecidas, se utilizan clones altamente productivos para lograr mejores rendimientos en la producción, y se mantienen las características genotípicas y fenotípicas de la planta madre para la propagación de material selecto.



Injerto logrado



Proceso de injerto



Plantación injertada



Atenciones culturales

## Fitotecnia

# Influencia de las temperaturas y precipitaciones en el desarrollo de índices morfológicos del cacao en Jibacoa<sup>1</sup>

Yusdel Ferrás-Negrín,<sup>\*</sup> José Jesús Márquez-Rivero,<sup>\*\*\*</sup> María Beatriz Aguirre-Gómez,<sup>\*\*\*</sup> Carlos Alberto Bustamante-González<sup>\*\*</sup> y Ceferino González-Fernández<sup>\*</sup>

---

## Resumen

*Esta investigación se realizó desde enero hasta julio en 2011 y 2012, con el objetivo de evaluar la influencia de las precipitaciones y las temperaturas en el desarrollo de índices morfológicos de plantas de cacao en Jibacoa, enclavada en el macizo Guamuhaya, provincia de Villa Clara. A 19 plantas tomadas al azar se les seleccionaron cuatro ramas, una por cada punto cardinal, para un total de 76 por mes. Se estimó el porcentaje de emisión de yemas apicales y el estado foliar de las plantas, y se midió la longitud de las ramas. Se correlacionaron los indicadores morfológicos evaluados con el programa estadístico Statistica con  $p \leq 0,05$  %. Se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel para graficar los análisis de regresión entre las variables climáticas y los indicadores morfológicos que tuvieron una correlación significativa. Para la foliación, los rangos de temperatura media y máxima más adecuados estuvieron entre 24-25 °C y 30-31 °C, respectivamente. Los brotes apicales tuvieron un mejor desarrollo en cuanto a su longitud cuando aumentaron las precipitaciones y las temperaturas máximas; el rango de temperatura mínima y media más adecuado fueron entre 19-20 °C y 25-26 °C, respectivamente. En enero las plantas tuvieron una defoliación media de un 43,6 %, sin brotaciones producto a las bajas temperaturas presentes por las llegadas de los frentes fríos y las escasas lluvias acaecidas.*

**Palabras clave:** clima, defoliación, *Theobroma cacao*, yemas apicales.

## Abstract

*This investigation was carried out since January until July between 2011 and 2012 years, with the objective of evaluating the influence of the precipitations and temperatures in the morphological index development of cocoa plants in Jibacoa, located in the Guamuhaya clump. To 19 plants taken at random were selected four branches, one per each cardinal point for a total of 76 per month. The percentages of emission of apical bud, the state to foliate of the plants were estimate and branches length was measured. The morphological indicators evaluated were correlated with the statistical program Statistica with  $p \leq 0,05$  %. It was used Microsoft Excel for to draw a graph the regression analysis among the climatic variables and the morphological indicators that had a significant correlation. For the foliation the ranges of half temperature and more appropriate maxim were respectively between 24-25 °C and 30-31 °C. The apical buds had a better development as for their length when the precipitations and the maximum temperatures increased, the most appropriate range of minimum and half temperature were respectively between 19-20 °C and 25-26 °C. In January month the plants had a half defoliation of 43,6 %, without buds product to the drops present temperatures for the arrivals of the cold fronts and the scarce rains take place.*

**Key words:** climatic, leaf drop, *Theobroma cacao*, apical bud.

<sup>1</sup> Recibido: 7/7/2016

Aprobado: 13/7/2016

<sup>\*</sup> Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba. yusdel@jibacoa.inaf.co.cu

<sup>\*\*</sup> Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, Santiago de Cuba. nutricion1@tercerfrente.inaf.co.cu

<sup>\*\*\*</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). La Habana. cafecacao@forestales.co.cu



## Introducción

La producción de *Theobroma cacao* L. está sujeta en un 70 % al componente ambiental y sus interacciones, y en un 30 % al componente genético (Mejía, 2000; citado por Nariño y Menéndez, 2012); de ahí la importancia de establecer este cultivo donde existan condiciones propicias para su desarrollo y tribute a resultados productivos económicamente sostenibles.

El buen desarrollo y productividad de las plantaciones de cacao están íntimamente relacionados con los factores del medio, los cuales influyen en gran medida en el ritmo de producción (González, 2008).

Los resultados de Ferrás y col. (2013) mostraron que las condiciones climáticas de Jibacoa favorecieron la emisión de frutos de *Theobroma cacao* L.; sin embargo, la producción de cacao seco se afectó en la cosecha de primavera por la sequía y las bajas temperaturas causadas por la llegada de los frentes fríos al necesitarse mayor número de mazorcas para obtener 1 kg de semillas secas.

Las temperaturas y precipitaciones también tienen una influencia directa en el desarrollo morfológico de las plantas de cacao, que a su vez puede beneficiar o perjudicar los resultados productivos del cultivo. Por tales motivos, esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la influencia de las precipitaciones y las temperaturas en el desarrollo de índices morfológicos de plantas de cacao en Jibacoa.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Unidad de Ciencia y Técnica de Base de Jibacoa (UCTB), ubicada en los 22° 02' de latitud norte y 79° 50' de longitud oeste, perteneciente al municipio de Manicaragua, provincia de Villa Clara, Cuba. La localidad de Jibacoa se caracteriza por tener precipitaciones promedios de 2141 mm anuales, la temperatura media 23,2 °C, con humedad relativa del 82 % (González, 2009).

El cacao se plantó en un suelo fersialítico pardo rojizo (Hernández y col., 1999) a una altura de 340 msnm. Al iniciar el estudio la plantación tenía ocho años de edad y las labores de agrotecnia se realizaron según *Instrucciones técnicas para el cultivo y cosecha del café y cacao* (Cuba, 1987).

El trabajo se desarrolló desde enero hasta julio en 2011 y 2012. Se seleccionó este período teniendo en

cuenta la influencia negativa de la llegada de los frentes fríos y las sequías en el desarrollo morfológico, y en los resultados productivos desde marzo hasta agosto (primavera), percibidas por observaciones, y posteriormente se corroboró por el análisis de evaluaciones en investigaciones realizadas por Ferrás y col. (2013).

En 19 plantas tomadas al azar en distintos lugares de la plantación, se les seleccionaron cuatro ramas, una por cada punto cardinal (este, oeste, norte, sur) para un total de 76 ramas cada mes. Cada rama fue marcada al iniciar enero. Al comienzo de cada mes se realizaron mediciones de la longitud de las yemas apicales brotadas con una cinta milimetrada (cm); además se hicieron conteos de las yemas apicales y sus hojas. Con estos datos se estimaron:

1. Porcentaje de yemas apicales brotadas cada mes:

$$\% \text{ YAM} = \text{YEM}/76 * 100$$

donde:

% YAM: Porcentaje de emisión de yemas apicales para cada mes.

YEM: Cantidad de yemas apicales emergidas cada mes.

76: Cantidad de yemas evaluadas cada mes.

2. Porcentaje del incremento o disminución de hojas para cada mes:

$$\% \text{ IDH} = (\text{CF}/\text{CI} * 100) - 100$$

donde:

% IDH: Porcentaje del incremento o disminución de hojas en la planta para cada mes.

CF: Cantidad de hojas al final del mes.

CI: Cantidad de hojas al inicio del mes.

Los datos de las temperaturas (media, máxima y mínima) y precipitaciones fueron tomados en la caseta agrometeorológica de la Unidad de Ciencia y Técnica de Base de Jibacoa para correlacionarlos con los indicadores morfológicos evaluados mediante el uso del programa estadístico Statistica versión 8.0 (StatSoft, Inc., 2007) con  $p \leq 0,05$  %.

Para graficar los análisis de regresión se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel. Estos análisis se les realizaron a las variables climáticas y a los indicadores morfológicos que tuvieron correlación significativa.

## Resultados y discusión

Durante el período de estudio las temperaturas medias, máximas y mínimas presentaron valores bajos en enero de ambos años y en febrero de 2011, con una ten-

dencia a incrementar después de estas fechas. A partir de marzo, fundamentalmente en 2012, las mismas tuvieron valores más apropiados para el desarrollo del cultivo del cacao. Las precipitaciones en los primeros tres meses fueron de escasas lluvias. Este déficit de agua se extendió hasta abril de 2012, según las exigencias del culti-

vo (Tabla 1). Esta misma tabla muestra las temperaturas (medias, máximas y mínimas) y las lluvias acaecidas un mes antes de iniciar el período de estudio, o sea, diciembre de 2010 y 2011, la cual se puede constatar que también es un mes desfavorable para el desarrollo del cacao y que pudo influir en los resultados en este trabajo.

**Tabla 1. Variables climáticas**

Año	Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Dic. 2010	Dic. 2011
2011	Temperatura media (°C)	21,0	21,9	22,6	25,1	25,4	26,7	26,5	18,0	20,6
	Temperatura máxima (°C)	26,6	27,7	29,6	31,9	32,5	32,2	32,9	23,9	25,7
	Temperatura mínima (°C)	14,2	13,6	14,1	16,3	17,5	20,9	20,5	10,5	15,2
	Precipitaciones (mm)	60,4	37,6	34,7	104,9	92,5	385	290,6	25,4	50,0
2012	Temperatura media (°C)	21,4	23,3	24,3	23,8	24,2	26,0	26,3		
	Temperatura máxima (°C)	27,0	29,8	29,3	31,2	29,9	31,4	32,3		
	Temperatura mínima (°C)	15,1	15,0	16,8	16,0	18,7	20,9	20,0		
	Precipitaciones (mm)	10,5	40,2	44,2	75,1	715,6	489,4	261,2		

Según los valores que muestra la *tabla 1*, los meses de diciembre, enero y posiblemente febrero se consideran desfavorables para el desarrollo del cultivo del cacao por la influencia conjunta de las bajas temperaturas ocasionadas por la llegada de los frentes fríos y las bajas precipitaciones; también sobre marzo y quizás abril se supone lo mismo por el tiempo que persiste la sequía (4-5 meses de escasas lluvias).

El cacao se debe cultivar en lugares donde las temperaturas oscilan entre 21 °C y 32 °C, como temperatura media mensual óptima 25 °C. Algunos investigadores han fijado una temperatura mínima de 15 °C. Este cultivo es sensible a la escasez de agua, por lo que precisa de precipitaciones mensuales por encima de 100 mm o un mínimo de 1200 mm anuales (Hernández, 1983; Nariño y col., 2002 y González, 2009).

Las plantas de cacao en la zona de estudio presentaron una defoliación en enero del 45,5 % y 40,1 % en 2011 y 2012, respectivamente, para una media del 43,6 % (*Fig. 1*), el cual pudo estar influenciado por las condiciones climáticas presentes durante el propio mes y las precedidas en diciembre, ya que son meses que se caracterizaron por la llegada de frente frío y el período seco, lo cual pudo provocar un impacto negativo en el cultivo. Gon-

zález (2009) y Loli y Cavero (2011) informaron que este cultivo no soporta temperaturas bajas; en este sentido Enríquez (2006) planteó que en muchos lugares donde mejor se produce cacao, la temperatura media fluctúa entre 25-26 °C; pero se pueden encontrar plantaciones comerciales con buenos rendimientos en lugares cuyo promedio es de 23 °C. Este mismo autor se refiere a la sensibilidad del cacao a la falta de agua debido a que los estomas de las hojas se cierran aún con pequeños cambios (3,3 %) en su contenido de agua. El cierre de los estomas induce a una rápida disminución de la fotosíntesis, y si la falta de agua se hace persistente, se pueden producir defoliaciones.

Las plantas se caracterizaron por foliaciones fluctuantes (*Fig. 1*), lo cual debe estar relacionado a la propia fisiología del cultivo y sus respuestas a las condiciones climáticas por las que transitan. Según Hardy (1960), este cultivo tiene fluctuaciones periódicas y hasta con intervalos de ocho semanas entre uno y otro. Este mismo autor informó que las brotaciones de yemas y de hojas en el cacao son termoperiódicas y tienen lugar cuando las temperaturas medias sobrepasan ciertos valores altos y asociados con un amplio rango de temperaturas diarias.

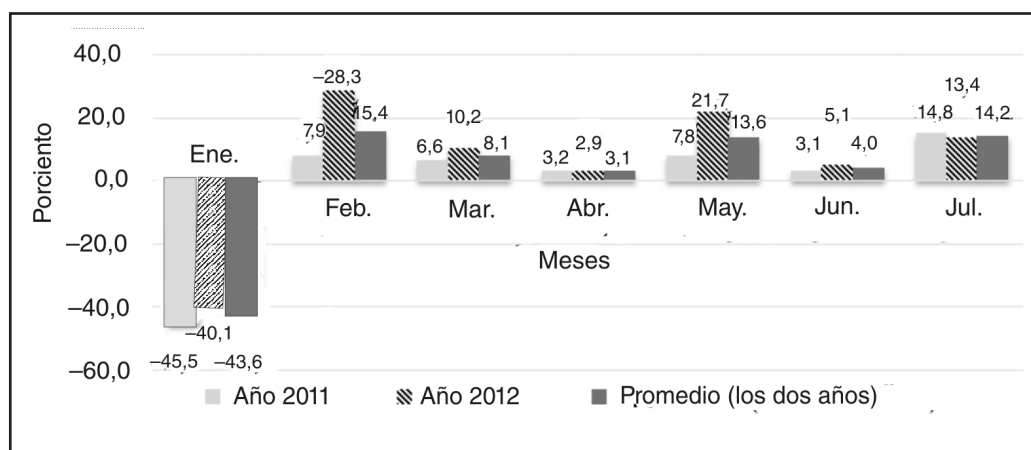


Fig. 1. Estado de defoliaciones y foliaciones mensuales.

Resultados similares se obtuvieron en la emisión de los brotes apicales (Fig. 2). Durante enero estas fueron nulas, efecto que pudo estar relacionado a las bajas temperaturas. Según Hardy (1960), para que ocurra la apertura de las yemas se necesita temperaturas altas (28,3 °C), lo

cual es necesario para una buena emisión de las brotaciones. Paredes (2003) declaró que las temperaturas bajas se manifiestan en la velocidad de crecimiento vegetativo y los brotes de la planta, y recomienda temperaturas altas para el buen desarrollo del cacao.

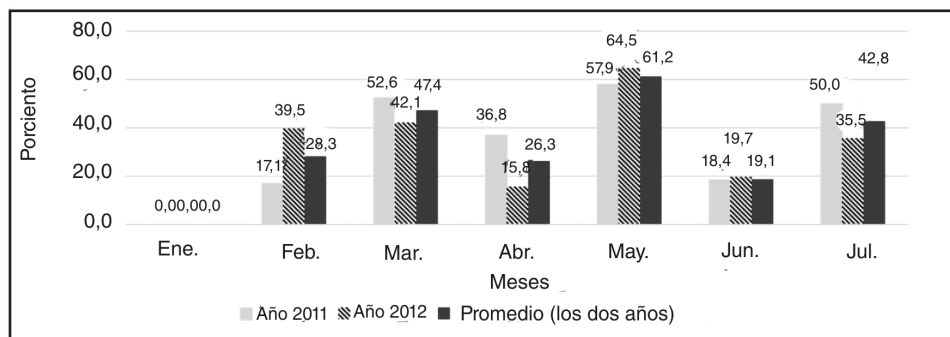


Fig. 2. Estado de brotaciones apicales mensuales.

En febrero de 2012 las plantas de cacao mostraron mayores porcentajes de brotaciones con respecto a 2011 (Fig. 2) debido posiblemente a las temperaturas que fueron más altas y las lluvias fueron similares; sin embargo, en abril de 2011 fueron mayores a 2012, quizás influenciado por las lluvias. En este caso las temperaturas estuvieron dentro de los rangos adecuados, según Hardy (1960) y Paredes (2003). Esto demuestra que uno de los dos factores puede limitar el buen desarrollo del cultivo. Almeida y Valle (2008) plantearon que los brotes foliares aumentan con las altas temperaturas, mientras Ramos y Gómez (2004) comunicaron que cuando las lluvias no suplen los requerimientos hídricos del cacao durante los períodos poco lluviosos, el desarrollo vegetativo sufre importantes afectaciones y con ello el pro-

ceso de brotación foliar, que por lo general se beneficia con las precipitaciones.

La defoliación originada en las plantas de cacao en enero, con una media del 43,6 % entre los dos años y las brotaciones emitidas a partir de febrero como respuesta de las condiciones ecológicas, pudieron ser los factores que influyeron drásticamente en los resultados de Ferrás y col. (2013) y Padrón y Ferrás (2013) durante el mismo período. Estos autores obtuvieron un incremento de los volúmenes de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de cacao seco desde febrero (24 mazorcas) hasta abril (60 mazorcas), debido fundamentalmente a que las plantas no tuvieron las hojas suficientes para la producción de energía, que a su vez no fue disponible totalmente para el desarrollo de los frutos,

al ser utilizada en la emisión y desarrollo de nuevos brotes. Esto corrobora lo expuesto por Larcher (2006), cuando expresó que el follaje debe producir material para la manutención y crecimiento de todas las otras partes de la planta. Las hojas son órganos que realizan la síntesis de las sustancias minerales y su reducción debilita al vegetal (Simão, 1998).

Estadísticamente no existió correlación significativa entre las variables climáticas con las brotaciones, pero sí entre las temperaturas media, máxima con la foliación. Además, todas las variables climáticas ejercieron efecto significativo en la longitud de los brotes (Tabla 2).

**Tabla 2. Correlación de las variables climáticas con los indicadores morfológicos evaluados**

Variable	Correlations (Spreadsheet1) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=14 (Casewise deletion of missing data)			
	Precipitaciones	Temperatura media	Temperatura mínima	Temperatura máxima
Brotaciones	0,32	0,43	0,25	0,51
Foliaciones	0,35	<b>0,57</b>	0,36	<b>0,61</b>
Longitud de brotes	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>0,66</b>	<b>0,76</b>

El análisis de regresión expresó que los rangos de temperaturas media y máxima más adecuadas para que la planta tenga una buena emisión de hojas está entre los 24-25 °C y 30-31 °C, respectivamente (Figs. 3 y 4). En estas figuras se puede constatar que cuando las temperaturas medias fueron menores a 24 °C y mayores a 25 °C, se afectaron las emisiones de hojas. De igual modo ocurrió

cuando las temperaturas máximas fueron menores de 30 °C y mayores de 31 °C. Estos resultados corroboran lo planteado por Almeida y Valle (2008) al referirse que los brotes foliares aumentan con las altas temperaturas. Enríquez (2006) planteó que las temperaturas extremas muy altas pueden afectar momentáneamente algunas de las funciones de cualquiera de los órganos del árbol.

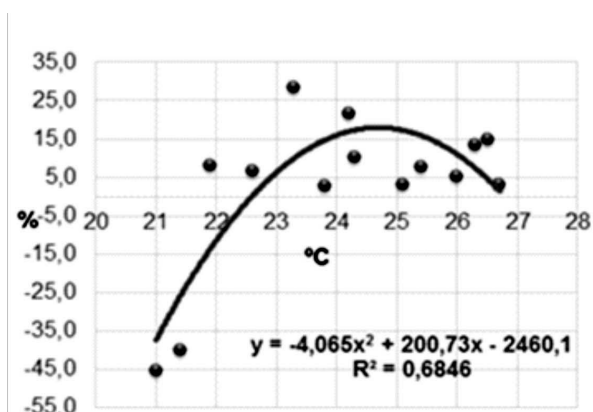


Fig. 3. Influencia de la temperatura media sobre la foliación.

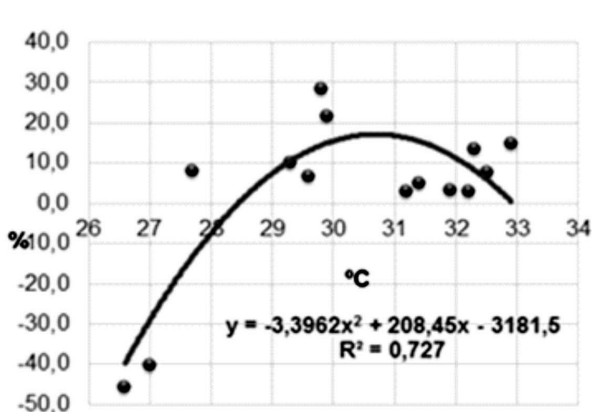


Fig. 4. Influencia de la temperatura máxima sobre la foliación.

Se pudo constatar que las ramas tuvieron un mejor desarrollo en cuanto a su longitud con el aumento de las precipitaciones y de las temperaturas. A medida que incrementaron las precipitaciones, también aumentó la longitud de los brotes apicales. El mayor incremento en el desarrollo de las yemas se percibió cuando acaecieron entre 100 y 150 mm de agua; por tanto, este constituye un buen rango para el desarrollo del cultivo en estas condiciones climáticas (Fig. 5). Estos resultados

coinciden con Nariño y col. (2002), quienes informaron que la planta de cacao necesita como mínimo 100 mm de agua mensuales. También González (2009) y Loli y Cavero (2011) expresaron que este cultivo es sensible a la escasez del agua, y necesita entre 1200 a 1500 mm anuales con una buena distribución para zonas frescas o valles altos.

Es importante enunciar que en mayo de 2012 acaecieron 715,6 mm de agua, de ellos 445,5 mm ocurrieron

durante dos días consecutivos. Gran parte de esta agua se debió haber perdido por escorrentía superficial motivado por su volumen y la pendiente del área que facilitó el escurrimiento; de ahí que la frecuencia de las lluvias juega un papel tan importante como la cantidad.

El continuo aumento de la longitud de los brotes en la época muy lluviosa debió estar influenciado además por las temperaturas (medias, máximas y mínimas) ocurrida durante esos meses, ya que estas estuvieron dentro de los rangos adecuados .

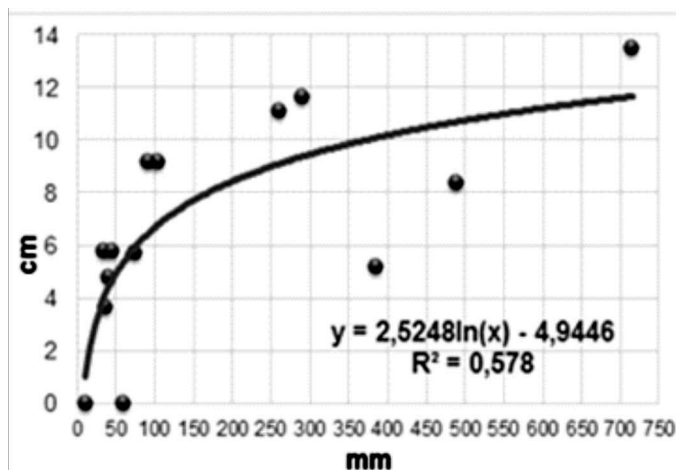


Fig. 5. Efecto de las precipitaciones en la longitud de los brotes.

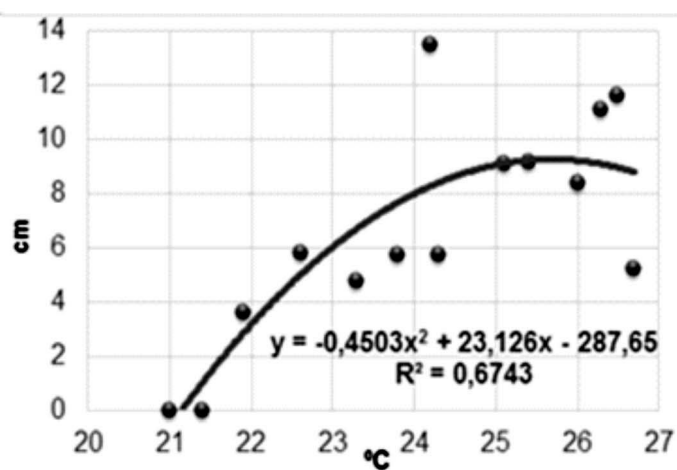


Fig. 6. Efecto de la temperatura media en la longitud de los brotes.

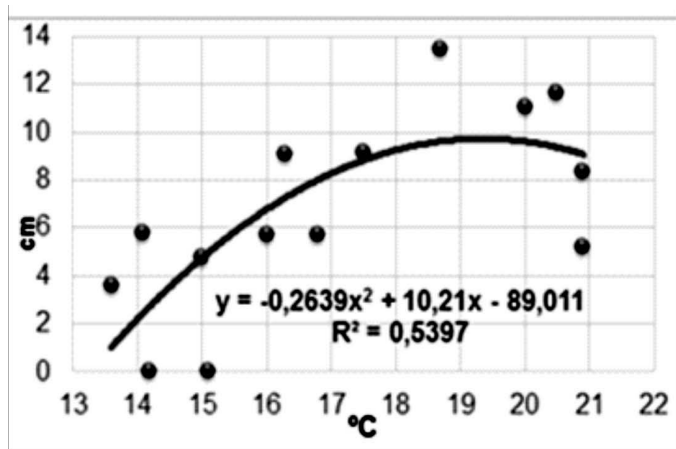


Fig. 7. Efecto de la temperatura mínima en la longitud de los brotes.

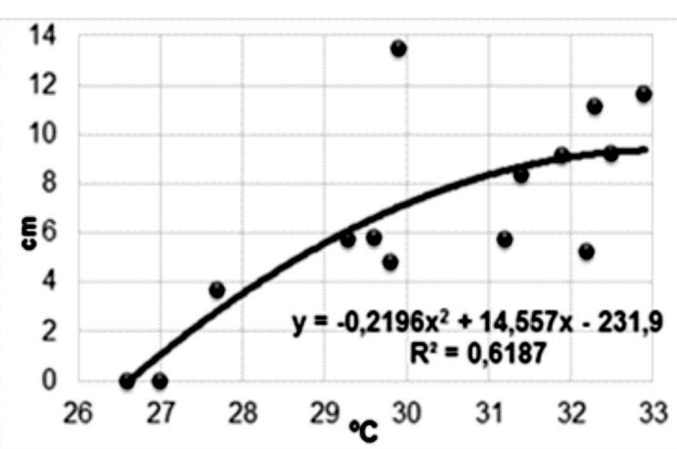


Fig. 8. Efecto de la temperatura máxima en la longitud de los brotes.

Los rangos más adecuados obtenidos de temperaturas media, mínima y máxima para el desarrollo de los brotes apicales en cuanto a su longitud fueron 25-26 °C, 19-20 °C y cerca a 33 °C, respectivamente, en esta localidad de estudio (Figs. 6, 7 y 8). Como se puede constatar en estas figuras, siempre las bajas temperaturas asociadas a la llegada de los frentes fríos a la zona de estudio li-

mitaron el crecimiento longitudinal de estos brotes. Estos resultados coinciden con lo informado por Nosti (1962), cuando expresó que las temperaturas extremas determinan efectos perjudiciales a partir de ciertos límites, y que las temperaturas de 15 °C causan daño irreparable a la planta si se repiten frecuentemente o son continuadas. González (2008) informó que se ha observado correla-



ción entre las temperaturas bajas y la reducción en el desarrollo de los tejidos leñosos o *cambium*. Además plantea que algunos investigadores han fijado temperaturas mínimas de 15 °C para un crecimiento adecuado de las plantas, y temperatura media mensual óptima de 25 °C.

## Conclusiones

- Para la foliación, los rangos de temperatura media y máxima más adecuados estuvieron entre 24-25 °C y 30-31 °C, respectivamente.
- Los brotes apicales tuvieron un mejor desarrollo en cuanto a su longitud cuando aumentaron las precipitaciones y las temperaturas máximas. El rango de temperatura mínima y media más adecuados fueron entre 19-20 °C y 25-26 °C, respectivamente.
- En enero las plantas tuvieron una defoliación media de un 43,6 %, sin brotaciones producto a las bajas temperaturas presentes por las llegadas de los frentes fríos y las escasas lluvias acaecidas.

## Bibliografía

- Almeida, A. A. y R. Valle: Ecophysiology of the cocoa tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4):425-448, 2008.
- Cuba MINAGRI: *Instrucciones técnicas para el cultivo y cosecha de café y cacao*, CIDA, Ciudad de la Habana. 176 Pp., 1987.
- Enríquez, G.: Producción calidad y mercadeo de cacaos especiales. En: *Seminario taller internacional*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Escuela de Ingeniería Agrónoma. Ecuador. Pp 2-4, 2006.
- Ferrás, Y; Márquez, J. J.; María Beatriz Aguirre; Meneses, I.; Lacerra, J. A. y N. Ortiz.: Resultados productivos de *Theobroma cacao* L. en la zona de Jibacoa. *Café Cacao*, 12(1):12-16, 2013.
- González, C.: "Efectos de la combinación de dolomita y materia orgánica en la producción de posturas de café" [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", 2009.
- González, F.: "Ecofisiología del Cacao". 2008. Disponible en: <http://diplomado2007unas.blogspot.com/2008/01/ecofisiologia-del-cacao.html> [Consulta: enero, 15, 2013].
- Hardy, F.: *Cacao Manual* (English Edition). IICA. Turrialba, Costa Rica. 395 Pp., 1960.
- Hernández, J.: *Fitotecnia del Cacao*. Ciudad Habana. Cuba. 230 Pp., 1983.
- Hernández, A.; Cabrera, A.; Ascanio, M.; Marisol Morales; Rivero, L.; Martín, N.; Baisre, J. y E. Frómeta: *Nueva versión de Clasificación de los Suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Ciudad Habana. Cuba. 64 Pp., 1999.
- Larcher, Walter: *Ecofisiología vegetal*. Editora Rima. São Carlos. 550 Pp., 2006.
- Loli, O. y J. Caveró: Guía técnica. En: *Curso taller, Fertilización y post-cosecha de cacao*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Juanjui-Tarapoto, Perú. p 4., 2011.
- Nariño, A.; Menéndez, M.; Matos, G.; Columbié, A.; Lambertt, W.; Selva, F.; Oliveiros, A. y E. Sánchez: Producción Intensiva de Cacao a Bajo Costo. *Café Cacao*, 3(1):74-76, 2002.
- Nariño, A. y M. Menéndez: Influencia de la polinización manual en el rendimiento agrícola del clon UF-650 de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Café Cacao*, 11(2):11-15, 2012.
- Nosti, J.: *Cacao y Café*. Bokoko, Fernando Póo. 698 Pp., 1962.
- Padrón, Odalys Barbarita y Y. Ferrás: "Resultados productivos de *Theobroma cacao* L. en la zona de Jibacoa" [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", 2013.
- Paredes, M: Manual de cultivo del cacao. Ministerio de la Agricultura. Perú. 11 Pp., 2003.
- Ramos, G. y A. Gómez: Caracteres Morfológicos determinantes en el cacao (*Theobroma cacao* L.), del Occidente Venezolano. *Agronomía Tropical*, 54(1):45-62, 2004.
- Simão, Salim: *Tratado de fruticultura*. Piracicaba. FEALQ, 760 Pp., 1998.
- StatSoft, Inc.: Statistica (data analysis software system), version 8.0, 2007 [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)

## Suelos y Agroquímica

# Efecto de las cepas de micorrizas y la riqueza del sustrato en el crecimiento de posturas de *Theobroma cacao* L. y los índices de utilización de nutrientes<sup>1</sup>

Carlos Alberto Bustamante-González\* y Melquiades Rojas-Osoria\*\*

### Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la utilización de cepas de hongos formadores de micorrizas (HMA) en el crecimiento y la absorción de nutrientes de posturas de *Theobroma cacao* Lin. sembradas en sustratos con diferente fertilidad, se desarrolló el experimento en el vivero del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales UCTB Tercer Frente, entre octubre de 2013 y marzo de 2014. En un diseño completamente al azar, se estudiaron las combinaciones de los dos factores en estudio: fertilidad del sustrato (suelo pardo/cachaza-5/1 y 7/1) y cepas de micorrizas (sin inoculación, *Glomus cubense*, *Rhizophagus intraradice* y *Funneliformis mosseae*). En 10 de las 20 posturas se evaluó la altura, el número de hojas, el diámetro del tallo, el área foliar, la masa seca, la eficiencia de la inoculación y el índice de calidad de las posturas. Existió un efecto diferenciado de las micorrizas en el crecimiento del cacao. *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradice*, en la proporción 7/1, propiciaron incrementos significativos de los indicadores de crecimiento y de absorción de nutrientes de las posturas. Al inocular las posturas de cacao con *Funneliformis mosseae* disminuyeron los indicadores morfológicos y de absorción de nutrientes, independientemente del sustrato utilizado. *Glomus cubense* resultó la cepa más eficiente y permitió la obtención de posturas con calidad superior, mejores índices de utilización y absorción de los nutrientes, y un ahorro de \$5419,57 por 100 000 posturas en comparación con la tecnología actual.

Palabras clave: cacao, posturas, biofertilizante, micorriza, cachaza.

### Abstract

With the objective of evaluating the effect of the use of strains of mycorrhizal fungus (HMA) in the growth and the nutritious absorption of *Theobroma cacao* Lin. seedlings sowed in substrata with different fertility, the experiment was developed in the nursery of the Institute of Agro-Forest Investigations UCTB Tercer Frente between October 2013 and March 2014. In a design the combinations of the two factors were studied totally at random, in study: fertility of the substratum (Brown soil/filter cake-5/1 and 7/1) and mycorrhiza strains (without inoculation, *Glomus cubense*, *Rhizophagus intraradice* and *Funneliformis mosseae*). In 10 of the 20 seedlings the height, the number of leaves, the diameter of the shaft, the foliate area, the dry mass, and the efficiency of the inoculation and the index of seedlings quality were evaluated. A differentiated effect of the mycorrhizas existed in the growth of the cocoa. *Glomus cubense* and *Rhizophagus intraradice* in the proportion 7/1 propitiated significant increments of the indicators of growth and of seedlings nutritious absorption. When inoculating the seedlings of cocoa with *Funneliformis mosseae* the morphological indicatives and of nutritious absorption were diminished independently of the used substratum. *Glomus cubense* was the most efficient strain and it facilitated the obtaining of seedlings with superior quality, better indexes of using and the nutrients absorption and a saving of \$5419,57 for 100 thousand seedlings in comparison with the current technology.

Key words: cocoa, seedlings, biofertilizer, mycorrhiza, filter cake.

<sup>1</sup> Recibido: 3/9/2016

Aprobado: 11/2/2016

\*Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, INAF, Santiago de Cuba, nutricion1@tercerfrente.inaf.co.cu

\*\*Empresa Agro-Forestal Mártires de Matías, III Frente, Santiago de Cuba.



## Introducción

En la cacaocultura cubana actual no se dispone de los fertilizantes minerales necesarios para garantizar el adecuado desarrollo de las posturas, situación que de conjunto con el déficit de abonos orgánicos para la confección de las mezclas de los sustratos, realza la importancia de la utilización de los biofertilizantes y bioestimulantes como alternativas ecológicas y económicamente sostenibles.

Se dispone de conocimientos sobre el efecto benéfico de biofertilizantes como *Azotobacter* (Aguilar y col., 1995; Bustamante y col., 2002), abonos verdes (Sánchez y col., 2002), *Azospirillum* (Aguirre *et al.*, 2007) y bioestimulantes sintéticos (Utría-Borges y col., 2004), principalmente para el cultivo del cafeto en la fase de vivero; sin embargo, por diversas razones su uso no está extendido o no se ha investigado lo suficiente para el cultivo del cacao.

El cacao ha sido reconocido como una planta altamente micotrófica (Laycock, 1945 citado por Cuenca *et al.*, 1990), incluso reproducido vegetativamente por varios métodos (Azizah y Martin, 1992). La planta de cacao es muy dependiente del fósforo, que frecuentemente es difícil de movilizar (Jadin and Snoeck, 1984), pero su absorción puede ser facilitada usando las micorrizas para incrementar la actividad de las raíces (Habte y Bittenbender, 1996).

En Malasia, en suelos con alta capacidad de fijación de fósforo, las cepas de micorrizas introducidas al ecosistema cacaotero fueron más efectivas que las nativas y propiciaron el ahorro de abono orgánico al utilizar un sustrato con un porcentaje más bajo de abono orgánico (1:7,5), comparado con las proporciones 1:5 y 1:3 recomendadas para ese país (Azizah, 1991).

Aguirre *et al.* (2007), en las condiciones de Chiapas, encontraron incremento del N, P y Ca en plántulas de cacao inoculadas con *Rhizophagus intraradice* solo o con *Azospirillum brasilense*, al compararlas con el suelo sin inocular.

A pesar de estar documentados los efectos positivos de la micorrización en el cultivo del cacao, en Cuba no

se disponen de resultados experimentales concluyentes sobre la relación *Theobroma cacao* L., cepas de micorrizas y la influencia de la riqueza del sustrato en esta simbiosis, motivo por la cual se desarrolló la investigación.

## Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en el vivero del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales UCTB Tercer Frente (20°09' latitud norte y 76°16' longitud oeste) en el período comprendido entre octubre de 2013 y abril de 2014 con el objetivo de evaluar el efecto de la utilización de cepas de hongos formadores de micorrizas (HMA) en el crecimiento de posturas de *Theobroma cacao* Lin. sembradas en sustratos con diferente fertilidad.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

1. Mezcla suelo/abono orgánico 3/1 (testigo).
2. Mezcla suelo/abono orgánico 5/1.
3. Mezcla suelo/abono orgánico 5/1 + *Funneliformis mosseae*.
4. Mezcla suelo/abono orgánico 5/1 + *Rhizophagus intraradice*.
5. Mezcla suelo/abono orgánico 5/1 + *Glomus cubense*.
6. Mezcla suelo/abono orgánico 7/1.
7. Mezcla suelo/abono orgánico 7/1 + *Funneliformis mosseae*.
8. Mezcla suelo/abono orgánico 7/1 + *Rhizophagus intraradice*.
9. Mezcla suelo/abono orgánico 7/1 + *Glomus cubense*.

El sustrato para el llenado de las bolsas (suelo/cacha en proporción 3/1) se caracterizó por ser ligeramente básico (relacionado tal vez por los contenidos de calcio) con alto contenido de fósforo y potasio disponibles. Al disminuir la proporción del abono orgánico en la mezcla (Tabla 1), disminuyeron proporcionalmente los valores de fósforo y potasio disponibles.

**Tabla 1. Análisis físico-químicos de los sustratos utilizados**

	M.O. %	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>
				mg 100 g <sup>-1</sup>		cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>		
3/1	3,8	7,54	6,80	224,4	51,3	43,7	3,5	1,4
5/1	2,7	7,70	6,80	131,9	44,9	42,2	3,8	1,1
7/1	2,5	7,70	6,80	107,9	40,4	42,0	4,0	1,0

Media de tres muestras.

Las posturas se produjeron con semillas híbridas de cacao del Banco de Semillas de la UCTB Tercer Frente.

Las semillas se beneficiaron según las normas del cultivo del cacao (Márquez y Aguirre, 2003). Se sembraron dos semillas por bolsa y posteriormente se eliminó una.

Durante el período de investigación el comportamiento de las variables climáticas fue propicio para el crecimiento de las plántulas (Tabla 2). Los datos de la localidad se obtuvieron de la estación meteorológica de la UCTB Tercer Frente.

**Tabla 2. Variables climáticas en el período experimental**

Meses	2013			2014		
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Lluvia, mm	95,0	50,0	17,0	84,0	86,5	34,0
T, °C	29,4	31,4	29,9	23,4	24,4	26,0
Hr, %	78,2	79,9	78,8	76,6	73,6	70,0

Las cepas certificadas de micorrizas se obtuvieron del cepario del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Contaban con un mínimo de 20 esporas por gramo de suelo.

El inóculo de micorriza se aplicó en dosis de 10 g por bolsa al momento de la siembra. Las semillas se colocaron encima del inóculo.

Se usó un diseño experimental al azar, con nueve tratamientos que consideraron efectos simples de los factores y las combinaciones de los mismos y un testigo sin inocular. Cada tratamiento contó con diez repeticiones.

A los 35 y 70 días después de la siembra se evaluó la altura desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal, el número de hojas y el diámetro del tallo por debajo de la cicatriz cotiledonal.

A los 112 días se midieron además:

- El área foliar por la fórmula de Navarro y col. (1998).
- La biomasa seca (secado en una estufa de aire forzado a 75-80°C hasta peso constante de la parte aérea y la parte radical).

- El índice de calidad por la fórmula propuesta por Dickson *et al.* (1960).
- Contenidos foliares de N, P y K.

Se evaluaron por digestión húmeda con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y determinación del N con Nessler, P por el método del molibdato de amonio y K por fotometría de llama.

A partir de la materia seca y el contenido de los nutrientes en la planta fueron calculados:

- La eficiencia de utilización de nutriente = (materia seca total producida)<sup>2</sup>/(contenido total de nutriente en la planta) (Siddiqi & Glass, 1981).
- La eficiencia de absorción = (contenido total de nutriente en la planta)/(materia seca de las raíces) (Swiader *et al.*, 1994).

Para todos las evaluaciones se calculó la eficiencia de la micorrización (IE, %) de cada cepa para cada proporción de sustrato, mediante la fórmula:

$$IE = \frac{(\text{Valor del indicador en el tratamiento X} - \text{Valor del indicador en el testigo}) \times 100}{(\text{Valor del indicador en el testigo})}$$

Las atenciones culturales se realizaron según las indicaciones de Márquez, Aguirre y Menéndez (2006).

Para el procesamiento estadístico se comprobó previamente la normalidad y la homogeneidad de varianza de los datos. Los datos se procesaron mediante un arreglo factorial con testigo de referencia.

Las evaluaciones realizadas se procesaron por el programa Statistica versión 7 en ambiente Windows. Las

medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan para el 5 % de significancia.

La valoración económica se realizó sobre la base de la carta tecnológica del cultivo y la ficha de costo para la producción de 100 000 posturas de cacao. Solo se estimó la efectividad a partir de la disminución de los costos de la nueva tecnología propuesta por concepto de la sustitución de la dosis de fertilizante mineral, el aporte

del abono orgánico y la aplicación de las micorrizas. Se consideró que el resto de las actividades se mantienen inalterables.

Los precios de los productos utilizados fueron para la cachaza \$108,00 m<sup>3</sup> y para la micorriza \$2500,00 por tonelada.

## Resultados y discusión

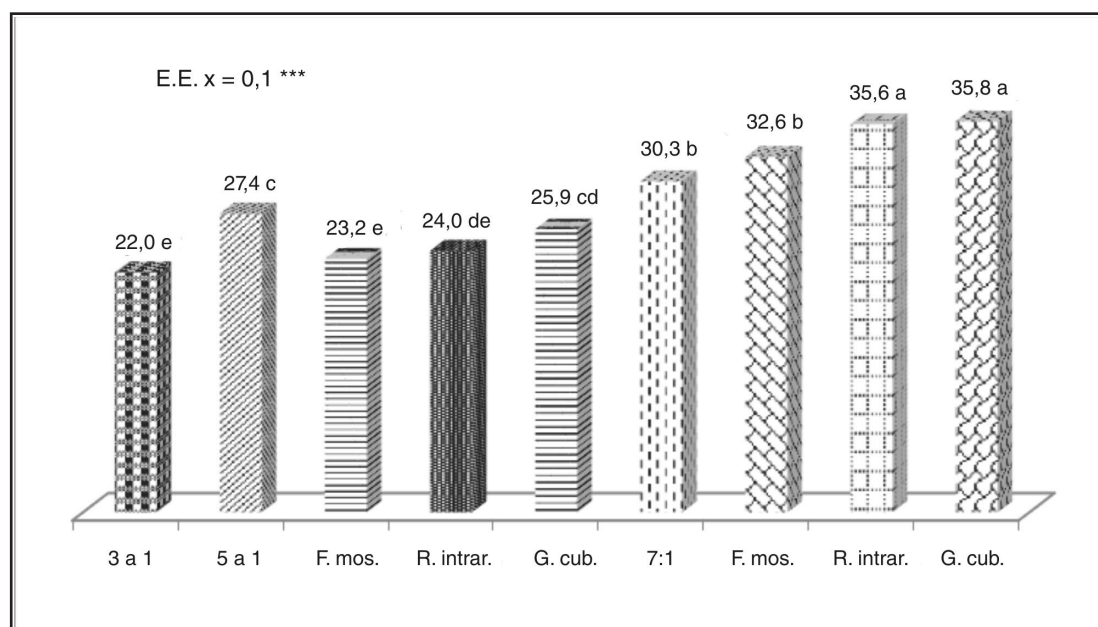
Se encontró un efecto positivo y significativo ( $p \leq 0,001$ ) para la interacción de los factores en estudio para la variable altura. Se observó que el efecto de las cepas de micorrizas permitió que las plántulas de cacao crecieran en promedio 7,5 cm más en comparación con el tratamiento 3/1.

En la medida en que disminuyó la participación de la cachaza en la composición del sustrato, se incrementó la altura de las posturas (Fig. 1). En la proporción 7/1 el incremento de la altura con respecto al testigo fue del 37 %, y al utilizar la proporción 5/1 del 24 %.

Este comportamiento pudiera estar relacionado con la disminución del contenido de fósforo disponible en el sustrato. Al respecto, Azizah y Ragu (1986) informaron que la aplicación de fertilizante fosfórico al sustrato para el llenado de las bolsas redujo la colonización de las raíces de cacao por la especie *Gigaspora*.

Al estudiar el efecto de las cepas eficientes de micorrizas en la proporción 5/1, se encontró que su accionar fue inferior al de las cepas nativas y causó un efecto depresivo en la altura de las posturas con excepción de *Glomus cubense*, que tuvo un efecto estadísticamente similar (Fig. 1).

Las cepas *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradice* en el sustrato 7/1 incrementaron de manera significativa la altura de las posturas y fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos (Fig. 1).



\*Medias con letras desiguales difieren estadísticamente según dócima de Duncan para  $p < 0,05$ .

Fig. 1. Efecto de las cepas de micorrizas y el sustrato en la altura de las posturas de cacao, cm.

La dinámica de la altura mostró que desde los 35 días después de la siembra (dds), la inoculación con *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradice* ocasionó valores superiores al testigo, lo que permite suponer que la sim-

biosis se estableció en los primeros días después de la siembra de las semillas. Se destaca que a los 112 dds la acción de *Rhizophagus intraradice* se intensificó y tendió a superar la acción de *Glomus cubense* (Fig. 2).

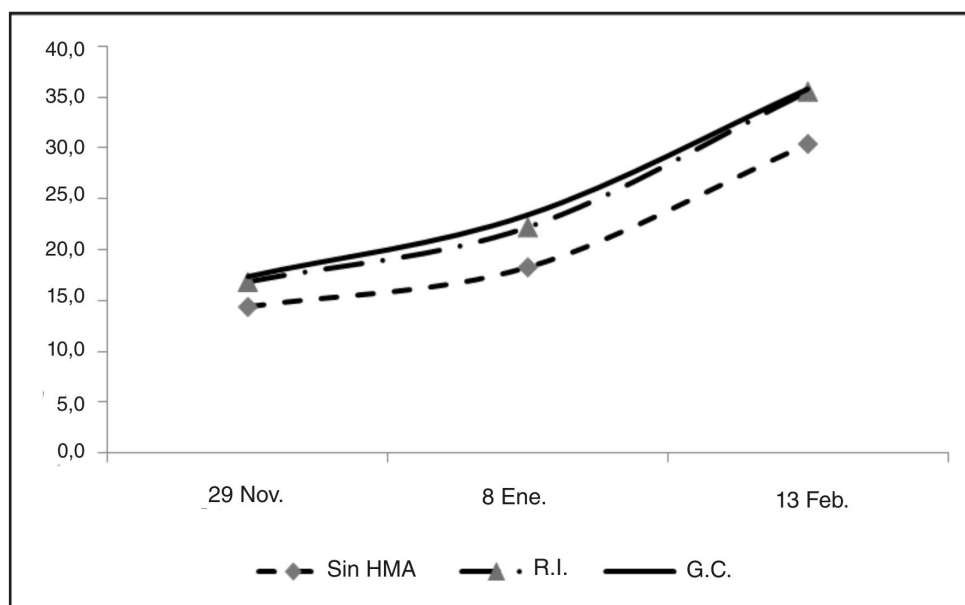
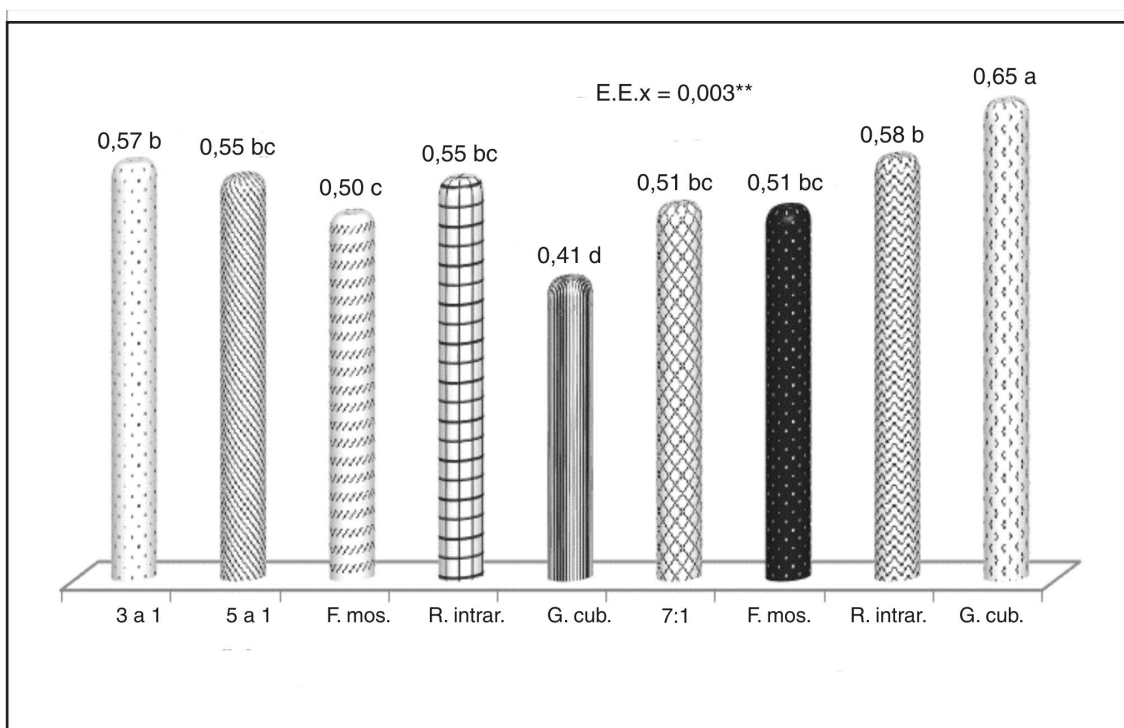


Fig. 2. Dinámica de la altura en tratamientos seleccionados, cm.

El efecto de las micorrizas en el diámetro del tallo de las plántulas de cacao fue significativo, pero de menor intensidad que la observada en la altura, lo que pudiera estar relacionado con la ausencia de respuesta para el factor cepa que reveló el análisis de varianza realizado.

Resaltan los bajos valores de diámetro observados para *Glomus cubense* en la proporción 5/1, y que al disminuir la cantidad de abono orgánico en el sustrato a 7/1, esta cepa logró el mayor valor, estadísticamente significativo, de este indicador (Fig. 3).



\*Medias con letras desiguales difieren estadísticamente según dócima de Duncan para  $p < 0,05$ .

Fig. 3. Efecto de las micorrizas y la riqueza del sustrato en el diámetro del tallo de las posturas de cacao, cm.

La dinámica del diámetro del tallo fue diferente al comportamiento de la altura. *Glomus cubense* mostró desde los 35 dds un fuerte efecto de incremento de esta

variable, que se potenció a partir de los 70 dds. *Rhizophagus intraradice* tuvo similar efecto pero de menor magnitud (Fig. 4).

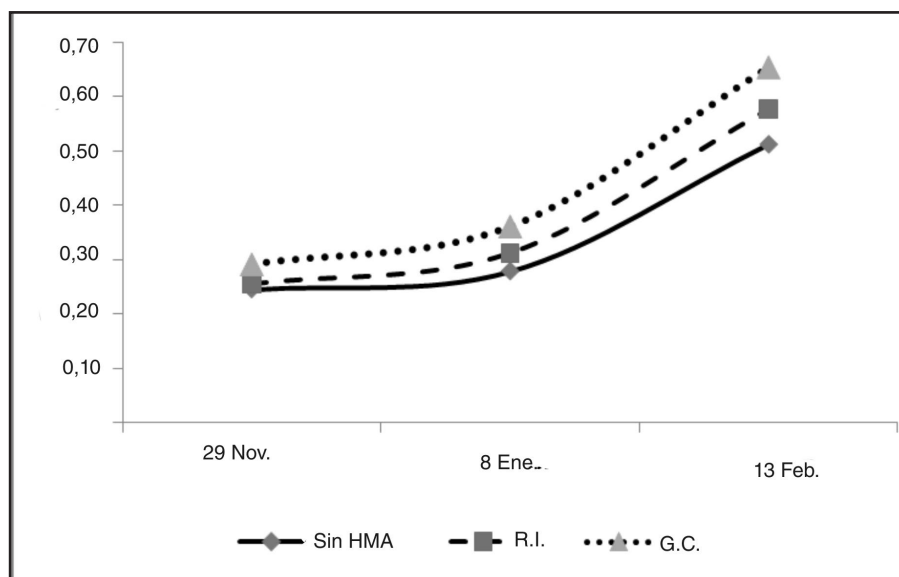
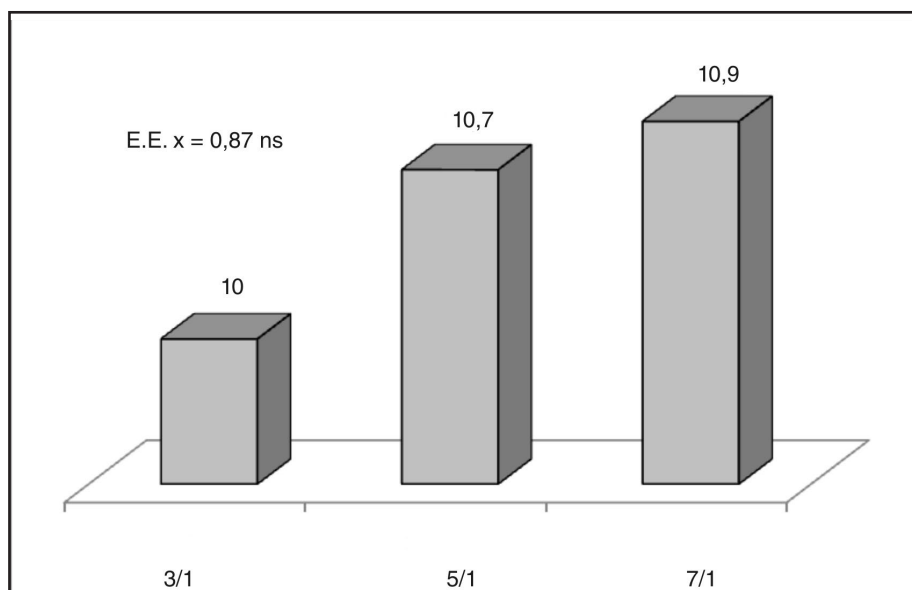


Fig. 4. Dinámica del diámetro del tallo en tratamientos seleccionados, cm.

No se observó efecto de los factores (cepas de micorrizas y riqueza del sustrato), ni su interacción en el

número de hojas, aunque sí la tendencia de incremento al disminuir la riqueza del sustrato (Fig. 5).



\* Medias con letras desiguales difieren estadísticamente según dócima de Duncan para  $p < 0,05$ .

Fig. 5. Efecto de los sustratos en el número de hojas de las posturas de cacao.

Azizah y Martin (1992), al estudiar el efecto de la micorrización en plántulas de cacao propagadas por varios métodos, informan de la ausencia de efecto de la biofertilización en este indicador con valores de número de hojas que oscilaron entre 8 y 17.

La inoculación de las micorrizas y la riqueza del sustrato incidieron en la presencia de diferencias altamente significativas en la masa seca aérea y radical de las posturas (Tabla 3).

**Tabla 3. Efecto de los tratamientos en la masa seca (g), su composición y en el área foliar (cm<sup>2</sup>)**

Tratamientos	Masa seca				Área foliar
	Hojas	Raíz	Total	Hojas/raíz	
3/1	2,09 c	0,80 a	2,89 d	2,61	351,2
5/1	2,65 c	0,55 cd	3,20 cd	4,82	401,5
5/1 <i>Funneliformis mosseae</i>	1,78 d	0,45 e	2,24 e	3,94	354,0
5/1 <i>Rhizophagus intraradice</i>	2,54 c	0,55 cd	3,09 cd	4,61	379,3
5/1 <i>G. cubense</i>	2,72 c	0,62 bc	3,35 c	4,40	436,7
7/1	2,36 c	0,47 de	2,83 d	5,00	385,7
7/1 <i>Funneliformis mosseae</i>	2,62 c	0,44 e	3,06 cd	5,98	440,2
7/1 <i>Rhizophagus intraradice</i>	3,08 b	0,67 ab	3,75 b	4,60	521,8
7/1 <i>G. cubense</i>	3,82 a	0,74 a	4,56 a	5,13	553,5
E.E. x	0,02***	0,002 **	0,02***		1,9 ns

\*Medias con letras desiguales difieren estadísticamente según dócima de Duncan para  $p < 0,05$ .

La inoculación de las cepas de micorrizas en el sustrato 5/1 no ocasionaron efecto alguno sobre la masa seca de la parte aérea, con excepción de *Funneliformis mosseae* que deprimió el indicador (Tabla 3). Al disminuir la fertilidad se crearon las condiciones en el sustrato para que *Rhizophagus intraradice*, y más aun *Glomus cubense*, manifestaran su efecto. Estas cepas incrementaron la masa seca en el 31 y 62 %, respectivamente, con respecto al tratamiento 7/1, y en el 16 % y 44 %, respectivamente, con relación a la proporción 5/1 sin micorrizas.

En el sustrato 3/1 se crearon condiciones para el mejor desarrollo de las raíces, lo que debe estar relacionado con la concentración de fósforo en la cachaza y el conocido papel de este elemento en ese indicador. La cepa *Funneliformis mosseae* se caracterizó por deprimir la masa seca de las raíces independientemente de la riqueza del sustrato utilizado. Esta depresión fue del 18 % para el sustrato 5/1 y del 8 % para el sustrato 7/1 (Tabla 3). Zobel *et al.* (2007) informaron que el cambio del diámetro de las raíces depende de la concentración de los nutrientes, las especies de planta y su interacción, y para el caso del cacao encontraron que las raíces absorbentes cambiaron su diámetro en respuesta a la concentración

de los nitratos, pero no de los contenidos de amonio en el suelo.

De forma similar que para la masa seca aérea, *Rhizophagus intraradice* y *Glomus cubense* en la proporción 7/1 incrementaron de forma significativa ( $p \leq 0,01$ ) la masa seca de las raíces con valores del 41 y 57 %, respectivamente, que se diferenciaron del resto de los tratamientos.

El comportamiento de la masa seca total de las posturas de cacao fue similar que el observado para sus componentes (Tabla 3). En la proporción 7/1 se encontró un incremento significativo de la masa seca al inocular las posturas con *Rhizophagus intraradice* y *Glomus cubense* (incrementos del 32 y 61 %). La utilización de *Funneliformis mosseae* incrementó la masa seca (8 %), pero no de manera significativa con respecto al tratamiento 7/1. Se debe destacar que al utilizar el sustrato 5/1 no se observó efecto de la micorrización en la masa seca. Aguirre *et al.* (2007) informan de incremento del 12,4 % de la materia seca en posturas de cacao inoculadas a los 180 días de la siembra. Azizah y Martin (1992) consignaron resultados semejantes con la inoculación de micorriza arbuscular en cacao.



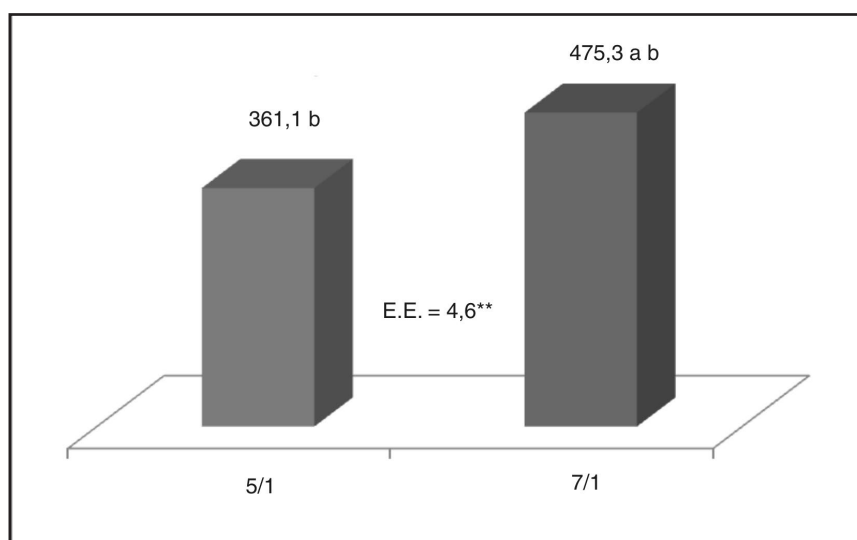
Azizah y Ragu (1986) y Azizah (1991) mostraron que el cacao responde favorablemente a la inoculación con micorrizas, y que este efecto se evidencia especialmente en el peso seco. Informan también que la aplicación de fósforo influyó considerablemente sobre el desarrollo de micorrizas; pequeñas aplicaciones de fósforo a suelos tanto inoculados como esterilizados incrementaron el porcentaje de colonización, teniendo un efecto contrario las altas adiciones de este elemento. Esta situación podría explicar el comportamiento de las cepas estudiadas en este experimento, pues la proporción 5/1 se caracterizó por valores superiores de fósforo disponible.

Al analizar la relación masa seca aérea/radical (*Tabla 3*), se observa que de manera general los mayores valores se encontraron en la proporción 7/1 en comparación con la 5/1. Esto es muestra de una mayor actividad de las raíces en el sustrato de menor fertilidad, lo que tal vez

constituya un indicador de establecimiento de la simbiosis. Al respecto, Böhm (1979) advirtió que el peso seco de la raíz y su actividad no están correlacionados porque la cantidad de raíces finas que realizan la absorción es una fracción pequeña del total. Bowen *et al.* (1975), en cambio, confirmaron que las raíces micorrizadas incrementan el poder de absorción a través de sus hifas externas.

El área foliar posee un carácter integrador del crecimiento de las posturas de cafetos (Rivera y col., 1997); sin embargo, en nuestro experimento no se encontró interacción de los factores para esta variable (*Tabla 3*), por lo que la discusión se basa en el efecto aislado de los factores en estudio.

Se encontraron diferencias altamente significativas para los factores en estudio en el área foliar. De esta manera, la variable se incrementó el 31 % en el sustrato 7/1 en comparación con 5/1 (*Fig. 6*).



\*Medias con letras desiguales difieren estadísticamente.

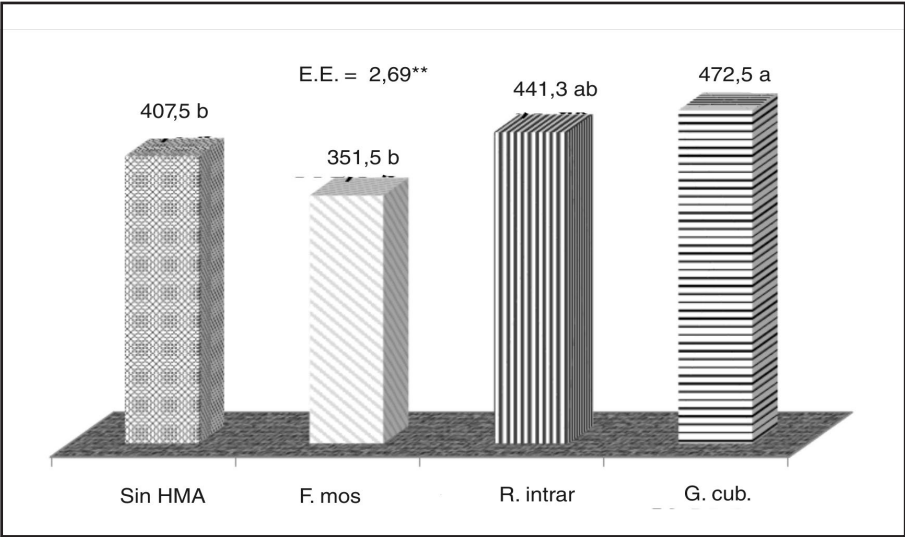
*Fig. 6.* Efecto de la riqueza del sustrato en el área foliar de las posturas de cacao, cm². Valores medios del factor sustrato.

Se observó que en este tipo de suelo *Funneliformis mosseae* no encontró las condiciones propicias para manifestar su efecto biofertilizante, a la vez que los valores de área foliar fueron similares estadísticamente a los alcanzados con el tratamiento sin inocular (*Fig. 7*). *Glomus cubense* resultó la cepa de efecto más consistente, y su

efecto fue superior al testigo estadísticamente ( $p \leq 0,01$ ) e incrementó este indicadores en el 16 %.

*Rhizophagus intraradice* tuvo una posición intermedia en este indicador, y su efecto no se diferenció del mostrado por *Glomus cubense* y el resto de los tratamientos (*Fig. 7*).



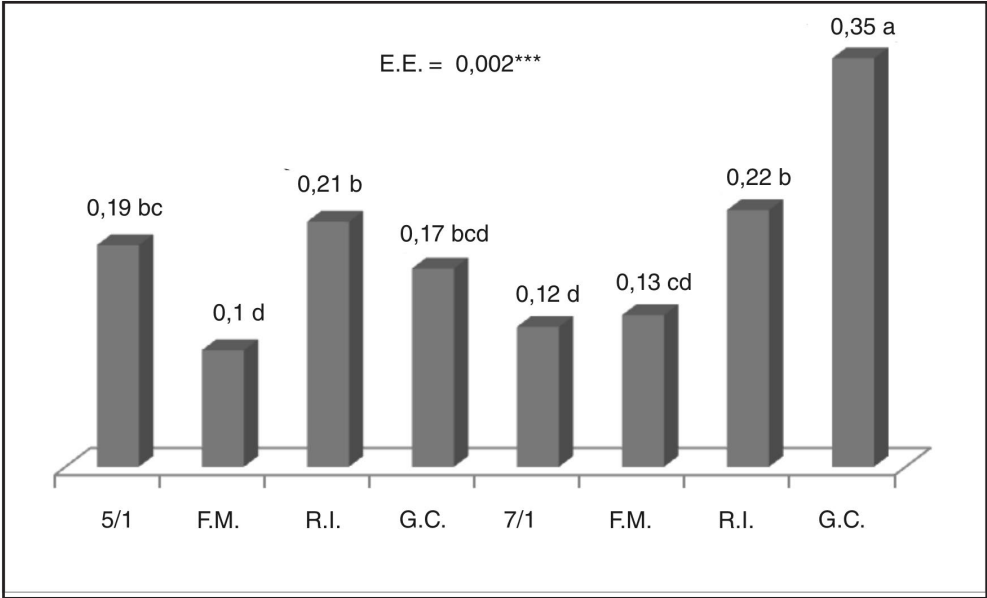


\*Medias con letras desiguales difieren estadísticamente.

Fig. 7. Efecto de las cepas de micorrizas en el área foliar de las posturas de cacao, cm². Valores medios del factor cepas de micorrizas.

Con la inoculación de *Glomus cubense* en el sustrato 7/1 se alcanzaron los mayores índices de calidad de las posturas de cacao (Fig. 8), lo que valida la aptitud de esta combinación para ser utilizada en la producción de posturas de cacao en condiciones similares a la del experimento.

*Rhizophagus intraradice* en los dos sustratos utilizados se reafirmó como una segunda opción que posibilita la obtención de posturas con calidad (Fig. 8). De igual manera se confirmó que *Funneliformis mosseae* no es recomendable utilizarla en este tipo de suelo, independientemente de su fertilidad.



\*Medias con letras desiguales difieren estadísticamente.

Fig. 8. Efecto de las cepas de micorrizas y los sustratos en el índice de calidad de las posturas de cacao.

El índice de eficiencia (IE) fue reportado por Siqueira y Franco (1988) para evaluar la dependencia micorrízica y expresan los efectos a través de los incrementos relativos frente a un testigo, y permite comparar experimentos conducidos en diferentes condiciones edafoclimáticas, períodos de crecimiento y sistemas de siembra diferentes.

La efectividad micorrízica dependió de la fertilidad o riqueza del sustrato (Tabla 4). La mayor eficiencia

micorrízica se pudo lograr con la relación suelo:cachaza 7/1.

En la proporción 5/1, solo *Glomus cubense* para las variables relacionadas con la masa seca y *Rhizophagus intraradice* para el índice de calidad tuvieron valores de eficiencia positivos. El resto de los indicadores resultaron deprimidos. *Glomus mosseae* resaltó por su efecto negativo para la masa seca total, el área foliar y el índice de calidad (Tabla 4).

**Tabla 4. Índice de eficiencia para las variables morfológicas, %**

	Altura	Diámetro tallo	No. hojas	Masa seca Hojas/raíz	Área foliar	Masa seca total	Índice de calidad
5/1							
<i>Funneliformis mosseae</i>	-15,1	-9,3	-9,3	-32,8	-17,8	-38,8	-47,4
<i>Rhizophagus intraradice</i>	-12,5	-0,5	-3,7	-4,3	0,0	-16,0	10,5
<i>Glomus cubense</i>	-5,3	-25,6	-12,1	2,6	12,5	-8,8	-10,5
7/1							
<i>Funneliformis mosseae</i>	7,3	-0,8	7,3	11,0	-7,2	14,1	8,3
<i>Rhizophagus intraradice</i>	17,2	12,9	-6,4	30,5	41,9	35,3	83,3
<i>Glomus cubense</i>	18,1	27,7	-9,2	61,7	57,6	43,5	191,7

En las condiciones de menor fertilidad (proporción 7/1) todas las cepas tuvieron una eficiencia positiva superior, y *Glomus cubense* resultó la que de forma general incrementó más variables en el orden cualitativo y cuantitativo, y por tanto resultó la más eficiente entre las cepas estudiadas. Es decir, se demostró el efecto positivo de la micorrización en las posturas de cacao y su dependencia de la cepa y de la riqueza del sustrato (Tabla 4).

Fernández (1999), en experimentos con cafetos, estableció la dependencia que existió entre la eficiencia de los hongos micorrizógenos, el tipo de suelo y su fertilidad, así como la relación suelo/abono orgánico a utilizar como sustrato para el crecimiento de las posturas de cafetos.

En Venezuela, Cuenca *et al.* (1990) mostraron que las posturas de cacao inoculadas con cepas nativas de micorrizas (*Scutellospora calospora* como especie dominante) incrementaron significativamente la altura, la masa seca y la absorción foliar de P, Cu y Zn en relación con el control esterilizado. Encontraron asimismo una acción diferenciada de las cepas. Así, mientras *G. occultum*

y *A. appendicula* incrementaron la altura de las posturas, *S. pellucida* y *A. appendicula* doblaron la absorción de fósforo.

Barea *et al.* (1991) encontraron como criterio general que los HMA logran su mayor eficiencia y absorción de nutrientes en condiciones de suelo con menor disponibilidad de nutrientes, o lo que es lo mismo, que de forma general contenidos altos de nutrientes en el suelo o sustrato disminuyeron la eficiencia de la simbiosis micorrízica.

Gerdeman y Trappe (1974) encontraron la presencia de *Glomus mosseae* en suelos alcalinos, y Mosse *et al.* (1973) refieren que *Glomus fasciculatum* se encontró en suelos ácidos.

Herrera *et al.* (2011) establecieron para las condiciones de los suelos de Cuba que *Glomus fasciculatum-like* y *Glomus etunicatum-like* tuvieron un comportamiento más eficiente en suelos relativamente ricos en nutrientes y materia orgánica. *Paraglomus occultum* y *Glomus mosseae-like* tuvieron mejor desempeño en suelos relativamente pobres en fósforo disponible. *Glomus mos-*

*seae* y *Glomus manihotis* incrementaron más los índices de crecimiento evaluados en suelos de mediana fertilidad. Las cepas nativas funcionaron más eficientemente en suelos con buena fertilidad.

La inoculación con las cepas de micorrizas incrementó los contenidos de nutrientes en las hojas al utilizar el sustrato 5/1. *Rhizophagus intraradice* permitió valores superiores de eficiencia para el nitrógeno, mientras que

*Glomus cubense* lo hizo para los contenidos de fósforo y potasio (Tabla 5). Al disminuir la fertilidad del sustrato, disminuyó considerablemente la eficiencia de los contenidos de nutrientes en las hojas, independientemente de la cepa de micorriza utilizada. Esta situación podría explicarse por el efecto de dilución de esos contenidos, pues precisamente el área foliar de estos últimos tratamientos fue superior (Tabla 4).

**Tabla 5. Índice de eficiencia de las variables de absorción de nutrientes, %**

	Contenido de nutrientes			Eficiencia utilización nutrientes			Eficiencia absorción nutrientes		
5/1									
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
<i>Funneliformis mosseae</i>	14,4	6,1	2,1	-44,5	-36,3	-34,1	-5,2	-12,6	-15,9
<i>Rhizophagus intraradice</i>	18,7	23,5	-5,8	-22,8	-20,4	3,4	15,6	19,9	-8,0
<i>Glomus cubense</i>	-34,2	40,9	10,5	55,0	-25,7	-5,3	-39,3	28,6	1,6
7/1									
<i>Funneliformis mosseae</i>	-24,5	-11,0	-8,5	41,3	19,0	18,8	-8,3	9,1	11,3
<i>Rhizophagus intraradice</i>	-7,4	-11,0	-11,0	34,3	43,3	43,4	-15,8	-18,7	-18,9
<i>Glomus cubense</i>	-4,8	-40,8	-21,9	68,6	184,3	106,9	-1,6	-38,8	-19,3

Se debe destacar que para la proporción 5/1 el comportamiento generalizado de las cepas fue de menor eficiencia en la utilización de los nutrientes, con valores positivos para *Glomus cubense* en el caso del nitrógeno y *Rhizophagus intraradice* para el potasio (Tabla 5). Las posturas de cacao inoculadas con *Funneliformis mosseae* mostraron valores inferiores de utilización de los nutrientes, lo que explicaría los menores valores de crecimiento de las posturas con esta cepa.

En la proporción 7/1 el efecto de incremento de la eficiencia de utilización de los nutrientes por las cepas de micorrizas fue más evidente para todas las cepas (Tabla 5). Entre las cepas se destaca el efecto de *Glomus cubense*, que facilitó de forma más eficiente la utilización de nitrógeno, fósforo y potasio por las posturas de cacao.

Baõn *et al.* (1997), al investigar la variación de la eficiencia de la nutrición y el crecimiento del cacao por la infección de tres cepas de micorrizas, encontraron que la eficiencia de la absorción de los macro y micronutrientes fue mayor en las plantas inoculadas que en las no inoculadas, especialmente en los suelos con bajo fósforo

disponible. Mostraron además que existió influencia de la especie de micorrizas en la absorción de P. Los resultados mostraron que en las condiciones de Indonesia el cacao puede usar la cepa *Glomus* sp. Takengon para incrementar la disponibilidad del P, y la cepa *G. margarita* para incrementar la disponibilidad de la roca fosfórica y el crecimiento de la planta.

La aplicación de una nueva tecnología que implique cambios, desde el punto de vista práctico, acarrea variaciones en las labores productivas de los viveros de café.

La carta tecnológica actual considera la proporción 3/1 de suelo/abono orgánico. La proporción 5/1 implica la disminución en un 9 % del abono orgánico para la obtención del mismo volumen de sustrato (357 m<sup>3</sup>), mientras que la proporción 7/1 disminuye en un 12,5 % la cantidad de abono orgánico a utilizar.

Al disminuir la proporción de abono orgánico disminuyen los gastos de carga y descarga de materia orgánica y transportación de la misma, y aumentan en similar magnitud la cantidad de suelo a utilizar y las actividades complementarias unidas al mismo.

Se observó que al disminuir la proporción de abono orgánico en el sustrato disminuyen proporcionalmente los gastos (Tabla 6). De esta manera, el mayor ahorro de materiales ocurre en la proporción 7/1, en la que al mismo tiempo

desde el punto de vista agronómico, es más eficiente que la utilización del sustrato 5/1, pues quedó demostrado que las posturas de cacao utilizan de forma más eficaz los nutrientes, lo que se traduce en mayor crecimiento y desarrollo.

**Tabla 6. Efecto de la participación del abono orgánico en el sustrato en los costos de producción (100 mil posturas de cacao)**

Tratamientos	Abono orgánico T \$		Micorriza \$	Fertilizante \$	Aplicación HMA \$	Total gastos \$	Ahorro \$
3/1	89,25	9639,00		653,63		10 292,63	
5/1 + <i>Glomus</i>	57,12	6168,96	2500,00		54,1	6223,06	4069,57
7/1 + <i>Glomus</i>	44,62	4818,96	2500,00		54,1	4873,06	5419,57

Los valores de la tabla 5 muestran que el costo de producción de las posturas en el sustrato 5/1 disminuyó en \$0,041, mientras que en el sustrato 7/1 en \$0,054.

En la investigación se evidenció que para los suelos pardos en estudio, las cepas *Rhizophagus intraradice* y *Glomus cubense* funcionaron satisfactoriamente y pueden ser incluidas dentro del manejo de la producción de posturas de la especie, en dependencia de la disponibilidad de abono orgánico de las formas productivas.

De manera general, quedó establecida la factibilidad de la aplicación del sustrato suelo:cachaza 7/1 para la producción de posturas de cacao en este suelo en las condiciones de la Empresa de Café Tercer Frente.

## Conclusiones

- Se encontró un efecto diferenciado de las micorrizas en el crecimiento de las posturas de cacao. *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradice*, ambas en la proporción 7/1, propiciaron incrementos significativos de los indicadores de crecimiento.
- El incremento de los indicadores evaluados al inocular con *Funneliformis mosseae* fue de inferior magnitud entre las cepas estudiadas, independientemente del sustrato utilizado.
- Glomus cubense* resultó la más eficiente entre las cepas estudiadas y la que posibilitó la obtención de posturas con superior índice de calidad y mayores índices de utilización y absorción de nutrientes.
- La micorrización con *Glomus cubense* en el sustrato 7/1 permitió un ahorro de \$5037,98 por 100 000 posturas en comparación con la tecnología vigente.

## Bibliografía

- Aguilar, P.; Bustamante, C. y F. Martínez: Efecto de las micorrizas vesiculares arbusculares, *Azotobacter* y bacterias solubilizadoras de fósforo en viveros de cacao. En: 2do Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, 17-19 mayo, 1995. La Habana (Cuba). ACAO. Pp. 57-58, 1995.
- Aguirre, J.; Mendoza, A.; Cadena, J. y C. Avendaño: Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L.) con *Azospirillum brasilense* Tarrand, K Döbereiner y *Glomus intraradices* Schenk et Smith. *Interciencia*, 32(8):441-546, 2007.
- Azizah Chulan, H.: Effect of fertilizer and endomycorrhizal inoculum on growth and nutrient uptake of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seedlings. *Biol. Fertil. Soils*, 11: 250-254, 1991.
- Azizah Chulan, H. and K. Martin: The vesicular-arbuscular (VA) mycorrhiza and its effects on growth of vegetatively propagated *Theobroma cacao* L. *Plant and Soil*, 144: 227-233, 1992.
- Azizah Chulan, H. and P. Ragu: Growth response of *Theobroma cacao* L. seedlings to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 96:279-285, 1986.
- Baon, J.; Nurkholis, B.; Naviudin, Y.; Soetanto, S. and Z. Sakdijah: Nutrient efficiency and growth response variation of *Theobroma cacao* infected by three mycorrhizal fungi. In: *The Indonesian Biotechnology Conference: Challenges of Biotechnology in the 21st Century*. Jakarta (Indonesia). Jun 17-19, 1997.
- Barea, J. M; et al.: *Morfología, anatomía y citología de las micorrizas VA*. Fijación y Movilización de Nutrientes. Madrid. Tomo II, Pp. 150-173, 1991.

- Böhm, W.: *Methods of Studying Root Systems*. Springer. Berlín, Alemania. Pp. 127-139, 1979.
- Bowen, G. D.; Bevege, D. G. and B. Mosse: *Phosphate physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizas*. En: Sander, F. E, Mosse, B. and P. B. Tinker (Eds.) *Endomycorrhizas*. Academic Press. Nueva York, EEUU. Pp. 241-260, 1975.
- Bustamante, C.; Ochoa, M.; Sánchez, C.; Rivera, R. y Maritza Rodríguez: Interacción entre bacterias fijadoras de N (*Azotobacter*) y las micorrizas arbusculares en la biofertilización de posturas de *Coffea arabica* L. *Café Cacao*, 3(3): 47-50, 2002.
- Cuenca, Gisela; Herrera, R. and E. Meneses: Effects of VA mycorrhiza on the growth of cacao seedlings under nursery conditions in Venezuela. *Plant and Soil*, 126, 71-78, 1990.
- Dickson, A.; et al.: Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36:10-13, 1960.
- Fernández, F.: "Manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares sobre la producción de posturas de cafeto (*C. arabica* L. var. Catuai) en algunos tipos de suelos" [inérito], tesis de candidatura. Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de Las Lajas, La Habana, 1999.
- Gerdemann, J. W. and J. M. Trappe: Endogonaceae. In: *The Pacific Northwest. Mycología Memoir*. 5: 1-76, 1974.
- Habte, M. H. and C. Bittenbender: Reactions of coffee to soil solution P concentration and arbuscular mycorrhizal. *J. South Pac. Agric.*, 6:29-34, 1996.
- Herrera-Peraza, R.; Chantal, Hamel; Fernández, F.; Ferrer, R. L. and E. Furrázola: Soil-strain compatibility: the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants? *Mycorrhiza*, 21:183-193, 2011.
- Jadin, P. and J. Snoeck: Etat actuel des recherches en matière de fertilisation minérale pour les cacaoyers et les caféiers Robusta. Dans: *1er Séminaire Régional de l'IMPHOS*, Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). p 27, 1984.
- Márquez, J. J. y María Aguirre: *Manual Técnico de Cosecha y Beneficio del Cacao*. Ciudad de La Habana: ACTAF, 59 Pp., 2003.
- Márquez, J. J.; María Aguirre y M. Menéndez: *Manual Técnico de Propagación del Cacao*. Ciudad de La Habana: ACTAF. 47 Pp., 2006.
- Mosse, B.; et AL.: Plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza V. Phosphate uptake by tree plants species from P-deficient soils labelled with  $^{32}\text{P}$ . *New Phytol.*, 72. 809-811, 1973.
- Navarro, Délira; González, J. A.; Bustamante, C. y G. Grave de Peralta: Método de estimación del área foliar en posturas de *Theobroma cacao* a partir de las medidas lineales de las hojas. *Café Cacao*, 1(1): 46-49, 1998.
- Rivera, R.; y col.: Efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos (v.a) y bacterias rizosféricas sobre el crecimiento de las posturas de cafeto. *Cultivos Tropicales*, 18(3): 15-23, 1997.
- Sánchez, C.; Rivera, R.; Bustamante, C.; Pérez, C.; Cúpull, R.; González, C.; Ferrer, M. e Y. Delgado: Efecto de diferentes especies de abonos verdes en interacción con hongos micorrizógenos sobre el desarrollo de las posturas de cafetos en un suelo pardo gleyzoso. *Café Cacao*, 3(2): 65-67, 2002.
- Siddiqi, M. Y. and A. D. M. Glass: Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*. 4(3): 289-302, 1981.
- Siqueira, J. O. y A. Franco: Biotecnología do solo Fundamentos e Perspectivas. *Ciencias nos Trópicos Brasileiros. Serie Agronomía*, 235 Pp., 1988.
- Swiader, J. M. et al.: Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. *Journal of Plant Nutrition*, 17(10):1687-1699, 1994.
- Utría-Borges, E.; Rodríguez-Oquendo, V.; Moisés-Medina, L. G.; Calderón-Agüero, J. O. y F. Suárez-Soria: Respuesta de plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.) a la aplicación de brasinoesteroide en diferentes concentraciones y etapas de su desarrollo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(1): 11-14, 2004.
- Zobel, R.; Kinraide, T. B. and V. C. Baligar: Fine root diameters can change in response to changes in nutrient concentrations. *Plant and Soil*, 297(1-2): 243-254, 2007.

## Empleo de bioproductos en la producción de posturas de *Coffea arabica* L.<sup>1</sup>

Rolando Viñals-Núñez,\* Carlos Alberto Bustamante-González,\*\* Rogelio Ramos-Hernández,\* Osnielkis Sánchez-Durán,\*\*\* Norlan Moran-Rodríguez\*\* y Yusdel Ferrás-Negrín\*\*\*\*

---

### Resumen

La investigación se desarrolló en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal Velasco, ubicado en el área de investigaciones de Sagua de Tánamo, provincia de Holguín, durante la campaña de vivero 2013-2014, con el objetivo de evaluar la respuesta en el desarrollo de posturas de cafetos (*Coffea arabica* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos (bioplasma, Vitazyme, humus líquido y FitoMas-E), que junto al tratamiento testigo conformaron los cinco tratamientos del experimento, dispuestos en un diseño completamente aleatorizado con 10 réplicas. Se evaluó la altura (cm); el diámetro del tallo (cm); número de pares de hojas, masa seca (g) y el área foliar (cm<sup>2</sup>). Se realizó la valoración económica a los resultados. La aplicación de los diferentes productos bioactivos produjo un efecto benéfico en la nutrición de los cafetos en su fase de vivero, viéndose reflejada su acción en el crecimiento de las posturas. En sentido general, para cada una de las evaluaciones realizadas, las mejores respuestas se alcanzaron con las aplicaciones de FitoMas-E. La utilización del FitoMas-E y el Vitazyme implican un ahorro entre \$285,53 y \$306,16 por cada 100 000 posturas producidas.

Palabras clave: bioproductos, café, nutrición, posturas.

### Abstract

The investigation was developed in the nursery of the Estación Experimental Agro-Forestal Velasco located in Sagua of Tánamo, Holguín province during the nursery campaign 2013 - 2014, with the objective of evaluating the answer in the growth and development of coffees (*Coffea arabica* L.) postures to the application of different bioactive products (Bioplasma, Vitazyme, liquid humus and FitoMas-E) that with treatment control conformed the 5 treatments of the experiment, in a design totally randomized with 10 replicates. Were evaluated height (cm); diameter of the stem (cm); number of even of leaves, dry mass (g), and area to foliate (cm<sup>2</sup>). The economic valuation to the results was carried out. The application of the different bioactives products produced a beneficent effect in the nutrition of the coffees in its nursery phase, being reflected its action in the growth of the postures. For each one of the carried out evaluations, the best answers were reached with the applications of FitoMas-E. The use of the FitoMas-E and the Vitazyme implies a saving between 285,53 and 306,16 pesos for each 100 000 produced postures.

Key words: bioproductos, coffee, nutrition, postures.

<sup>1</sup> Recibido: 13/4/2016

Aprobado: 13/7/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal Velasco, Holguín.

\*\* Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, Santiago de Cuba, nutricion1@tercerfrente.inaf.co.cu

\*\*\* Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo.

\*\*\*\* Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba. yusdel@jibacoa.inaf.co.cu



## Introducción

El empleo de productos o sustancias bioactivas ecológicamente inocuas ha cobrado gran auge en la producción agrícola por su efecto positivo en el rendimiento de los cultivos (Ramírez y col., 2003).

En la naturaleza todo se recicla, y como la materia no se destruye, solo se transforma, la utilización de productos y residuos biológicos es una gran alternativa para la producción agrícola, que deberá utilizar procesos o productos que no sean dañinos para el medio ambiente (Morte, 2010). El uso de productos biológicos como los biofertilizantes y los bioestimulantes constituye una alternativa para reducir al mínimo el empleo de fertilizantes minerales.

La necesidad permanente de la caficultura nacional de aumentar su eficiencia productiva acompañada de reducción de los costos de producción anhela una mayor competitividad. Esto se logra con el desarrollo de nuevas tecnologías, buscando siempre innovaciones que propicien calidad en las posturas y reducción de costos (Moran, 2012).

La premisa fundamental para tener plantaciones de cafetos altamente productivas es la obtención de posturas sanas y vigorosas. Por eso es importante mantener un adecuado balance nutricional en el sustrato que permita cumplir con esta condición (Sánchez, 2001, citado por Sánchez y col., 2012).

Con el uso de los bioestimulantes, la producción de plántulas en viveros se hace más eficiente, ya que estos permiten obtener plantas vigorosas, las que por tener cualidades especiales, vigor y mayor resistencia de las plántulas a las plagas y enfermedades, se desarrollan con rapidez y reúnen rápidamente todas las características para ir al campo definitivo. El futuro de una plantación está asegurada con la calidad de las plántulas que se obtienen, y para esto interesa mucho el tratamiento que se dé en vivero (Rodríguez, 2009).

Es conocido el efecto positivo de los bioestimulantes y biofertilizantes en diversos cultivos agrícolas en Cuba; sin embargo, se desconoce el efecto de los mismos en el cultivo

del café, por lo que se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar la respuesta de la aplicación de diferentes productos bioactivos (bioplasma, Vitazyme, humus líquido y FitoMas-E) sobre el desarrollo de posturas de cafetos (*Coffea arabica* L.).

## Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal Velasco, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, ubicado en el área de Investigaciones de Sagua de Tánamo, en la provincia de Holguín, durante la campaña de vivero 2013-2014.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

1. Suelo:materia orgánica 3:1 (v:v) + aplicación foliar de urea al 1 % a partir del tercer par de hojas verdaderas y hasta el cuarto (testigo).
2. Suelo:humus de lombriz 5:1 (v:v) + aplicación foliar de bioplasma desde el segundo hasta el cuarto par de hojas verdaderas (15 mL x L).
3. Suelo:humus de lombriz 5:1 (v:v) + imbibición de semillas 6 horas en Vitazyme (1 %) + aplicación foliar de desde el 2º hasta el 4º par de hojas verdaderas (40 mL x L).
4. Suelo:humus de lombriz 5:1 (v:v) + aplicación foliar de humus líquido desde el segundo hasta el cuarto par de hojas verdaderas.
5. Suelo:humus de lombriz 5:1 (v:v) + aplicación foliar de FitoMas-E desde el segundo hasta el cuarto par de hojas verdaderas (2,5 mL x L).

Para la conformación del sustrato se utilizó un suelo Pardo ócrico sin carbonatos, de acuerdo a la nueva versión para la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández y col., 1999), determinándose la composición química por las Normas Rmales 837-87 y 892-88 (NRAG, 1987 y NRAG, 1988), materia orgánica y humus de lombriz, ambos obtenidos a partir de cáscara de café (Tabla 1).

**Tabla 1. Composición química del suelo y la materia orgánica**

	<i>pH</i> (KCl)	M.O. (%)	N	P	K	Ca	Mg
				<i>mg/100g</i>		<i>Cmol x kg</i>	
Suelo	6,25	2,49	–	18,3	0,42	34,2	21,6
				%			
Pulpa de café	6,8	–	2,5	1,2	4,8	9,5	0,8
Humus	6,1	31,7	1,8	0,9	0,89	1,5	0,6



Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos y 10 réplicas, resultantes de la aplicación de cuatro productos bioactivos (bioplasma, Vitazyme, humus líquido y FitoMas-E) a las posturas de cafetos y un tratamiento con las Normas Técnicas del cultivo (testigo).

El sustrato para el tratamiento con las Normas Técnicas se elaboró con relación 3:1, volumen:volumen (v:v), utilizando suelo y materia orgánica, mientras que para los restantes tratamientos la relación fue 5:1, volumen:volumen (v:v) con el empleo de suelo y humus de lombriz. Cada parcela contó con 56 plantas, de las cuales se evaluaron 20 al finalizar el período experimental.

Se utilizaron bolsas de polietileno negro de 14 cm de ancho por 22 cm de alto; se sembraron dos semillas por bolsas de *Coffea arabica* L. variedad Isla 6-14, dejando una sola planta por bolsa cuando el 80 % de estas alcanzó la fase de mariposa y como sombra la proyectada por un cobertizo individual de pencas (guano) de *Roystonea regia* (palma real). Las actividades agrotécnicas para la producción de posturas se realizaron según el Instructivo Técnico del café Árabe (Díaz y col., 2013).

Los bioproductos se aplicaron vía foliar utilizando una mochila Matabi de 16 L de capacidad y una sola vez con la emisión del nuevo par de hojas. El Vitazyme y el bioplasma se obtuvieron directamente de los fabricantes de esos productos. El humus líquido fue preparado de acuerdo a la metodología descrita por el Instituto de Suelos (2004), mezclando el humus de lombriz recién cosechado, a razón de 1 kg x 8 L de agua, y se agitó durante 10 min, dejándolo reposar por 24 horas a la sombra; luego volvió a agitarse y se filtró para ser aplicado. El FitoMas-E fue producido por el Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).

Las evaluaciones fueron realizadas cuando las posturas alcanzaron el sexto par de hojas verdaderas consideradas como óptimas para su trasplante.

- *Altura de las posturas (cm)*. Con una regla graduada se evaluó desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la planta.
- *Diámetro del tallo (cm)*. Con un pie de rey se evaluó al nivel del cuello de la raíz.

- *Número de pares de hojas*. Se cuantificaron los pares de hojas verdaderas emitidos.
- *Área foliar (cm<sup>2</sup>)*. Se determinó mediante la medición del largo y el ancho de las hojas por el método de Soto (1980).
- *Economía*. Para el análisis económico solo se consideró el precio de los bioproductos empleados y del portador mineral utilizado, según las normas técnicas, así como el costo de manipulación y aplicación de acuerdo a la carta tecnológica del cultivo.

Los datos obtenidos en las evaluaciones se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple utilizando el paquete estadístico Infostat versión 1.0 (2001). Al encontrar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de comparación los rangos múltiples de Duncan, con  $p < 0,05$  % como criterio comparativo entre estos.

## Resultados y discusión

El análisis químico de las fuentes orgánicas mostró la riqueza en elementos nutritivos de las mismas. La acidez de estas fue ligera, cumpliendo así una de las condiciones necesarias para su utilización.

Bustamante y Ochoa (2006) encontraron, al comparar diferentes fuentes de abonos orgánicos en la producción de posturas de cafetos, que la pulpa de café resultó ser el material con mayor contenido de macroelementos. Bustamante y col. (2006) consideran al humus de lombriz como un abono orgánico con una rápida liberación de nutrientes.

La utilización de productos naturales y orgánicos en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo y mantiene la conservación del ambiente (Acuña, 2001).

En el análisis de la variable altura, las posturas de cafetos respondieron a la aplicación de los diferentes productos bioactivos empleados. Los mayores valores se alcanzaron con el empleo del FitoMas-E (Fig. 1), el que se diferenció significativamente del resto de los bioproductos empleados, mientras que el Vitazyme mostró el segundo mejor comportamiento al diferenciarse su respuesta del empleo del bioplasma y del humus líquido.

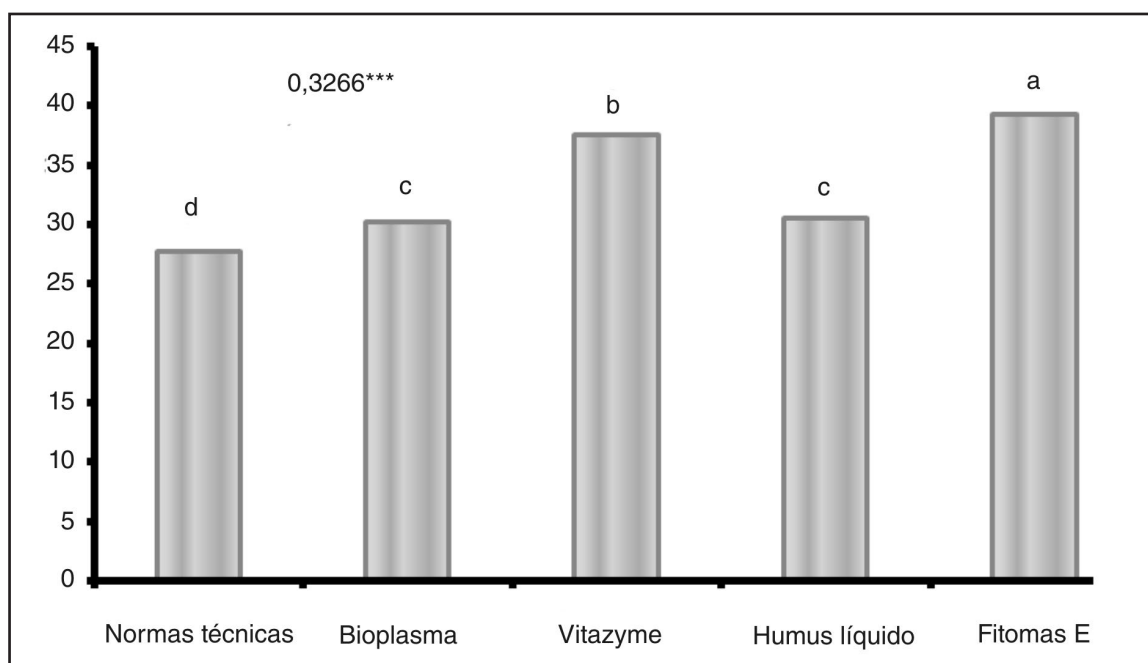


Fig. 1. Efecto de los bioproductos sobre la altura de las posturas de cafeto (cm).

El efecto de la utilización de los bioproductos en la altura de las posturas fue superior en todos los casos al tratamiento donde se utilizaron las normas técnicas.

Diversos autores, al estudiar el efecto bioestimulante de FitoMas-E en otros cultivos, como González (2003) en el tabaco (*Nicotiana tabacum*), Xiafong (2007) en el tomate (*Lycopersicum esculentum*) y Terrero (2007) en el pepino (*Cucumis sativus* L.), han reportado un incremento en la altura de las plantas, aunque algunos empleando dosis superiores a las utilizadas en este trabajo. Tal es el caso de Faustino (2006) en el pimiento (*Cap-sicum annum* L.), con la aplicación de 0,75 y 1 L x ha<sup>-1</sup> como las de mejores resultados, y Méndez y col. (2011) en el cultivo del frijol.

Con respecto al Vitazyme, de acuerdo a los sumarios del fabricante (Syltie, 2005) se obtiene la información de que se refleja el efecto benéfico de este producto en la altura del maíz y el largo del tallo del banano.

Similar efecto positivo del Vitazyme encontraron Bustamante y Varela (2012) al aplicarlo en posturas de *Coffea arabica* L. cultivadas en suelo pardo.

Rodríguez y col. (2010), al estudiar el efecto de las aplicaciones de Vitazyme en diferentes momentos del desarrollo de las posturas de cafeto durante tres campañas, observó un efecto beneficioso en relación con el tratamiento donde se emplearon las normas técnicas.

El diámetro del tallo nos da una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo. Se estima que esta variable predice mejor el comportamiento de las plantas en el terreno (Orozco *et al.*, 2010).

En su evaluación el FitoMas-E mostró un comportamiento similar a la variable anterior (Fig. 2), aunque en este indicador no se diferenció significativamente de la respuesta obtenida con la aplicación de Vitazyme.

Cueto y col. (2008), al evaluar el efecto del Vitazyme en cacao a los dos años de edad, informaron resultados favorables de este producto en el diámetro del tallo.

Para esta variable la respuesta fue la menos consistente de las obtenidas, lo que pudiera estar influenciado por el tamaño de las bolsas que aumentarían la densidad del cultivo en el vivero, y con ella la competencia por la luz con la consiguiente elongación del tallo, enmascarando así la respuesta a las aplicaciones de bioproductos realizadas.

Rodríguez y col. (2010) para este indicador solo encontraron diferencias significativas con el tratamiento de normas técnicas en uno de los tres años evaluados, por lo que a pesar de los reportes en otros cultivos, como el realizado por Syltie (2005), donde se obtuvo resultados con el Vitazyme sobre su efecto en el ancho del tallo del banano, los resultados para café en este indicador no pueden ser concluyentes.

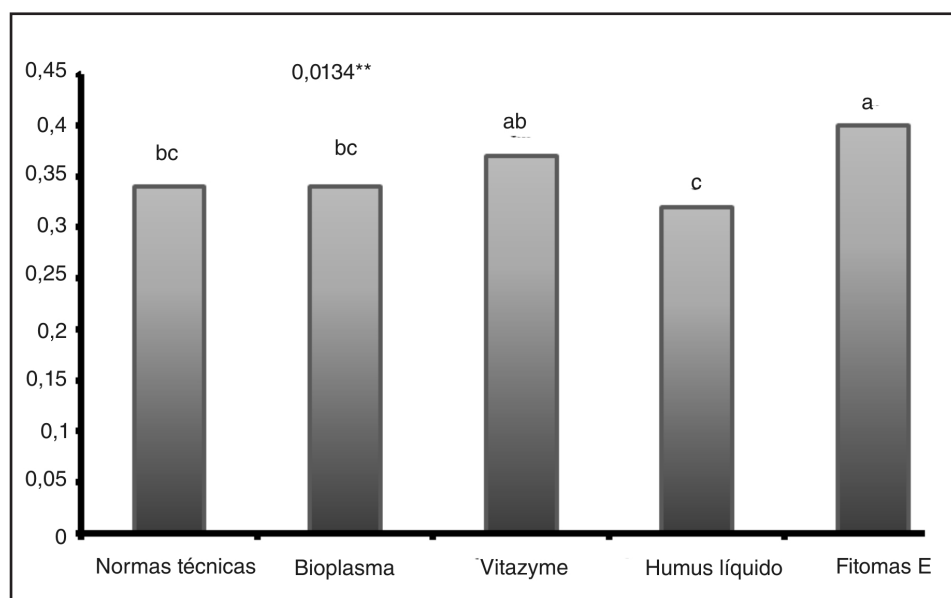


Fig. 2. Efecto de los bioproductos sobre el diámetro del tallo (cm).

Con respecto al número de pares de hojas emitidas por las posturas (Fig. 3), también el FitoMas-E mostró diferencias con el resto de los bioproductos empleados, a

excepción del Vitazyme. El humus líquido y el bioplasma no se diferenciaron entre sí, ni del tratamiento de normas técnicas.

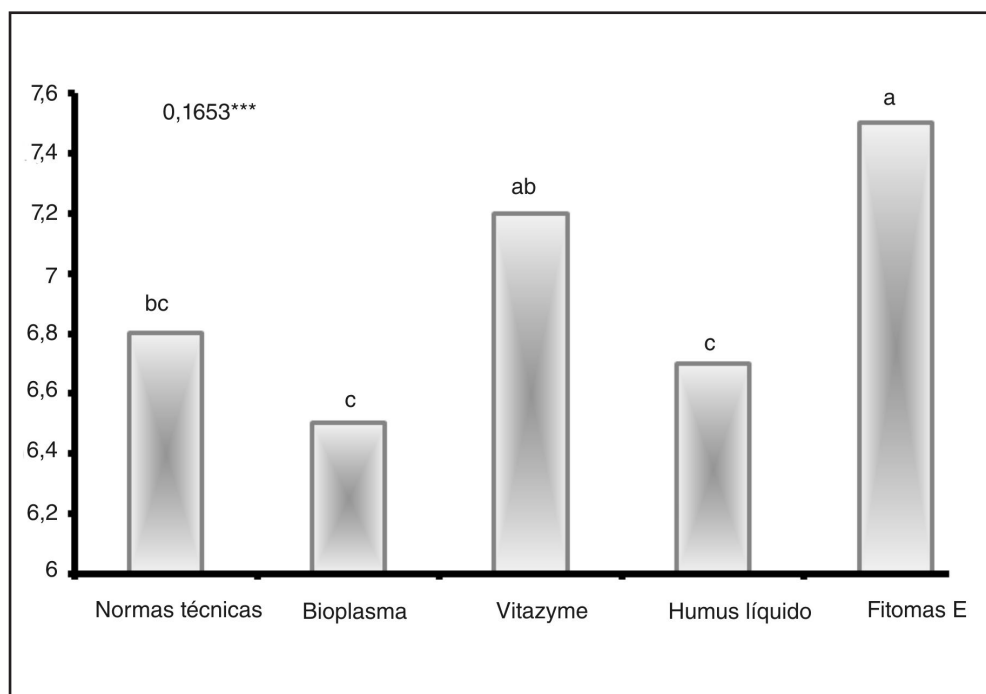


Fig. 3. Efecto de los bioproductos sobre el número de pares de hojas de los cafetos.

Estos resultados pudieran estar influenciados por el criterio utilizado para hacer las evaluaciones, donde más del 80 % de la población del experimento ya había alcanzado el sexto par de hojas.

Se ha observado el efecto del Vitazyme en el incremento del número de hojas del banano (Syltie, 2005).

El área foliar es uno de los indicadores que más definen el desarrollo de las posturas al expresar la magnitud del sistema asimilativo. La respuesta se vio favorecida cuando se realizaron aplicaciones foliares de FitoMas-E y Vitazyme al lograr los mayores valores (Fig. 4).

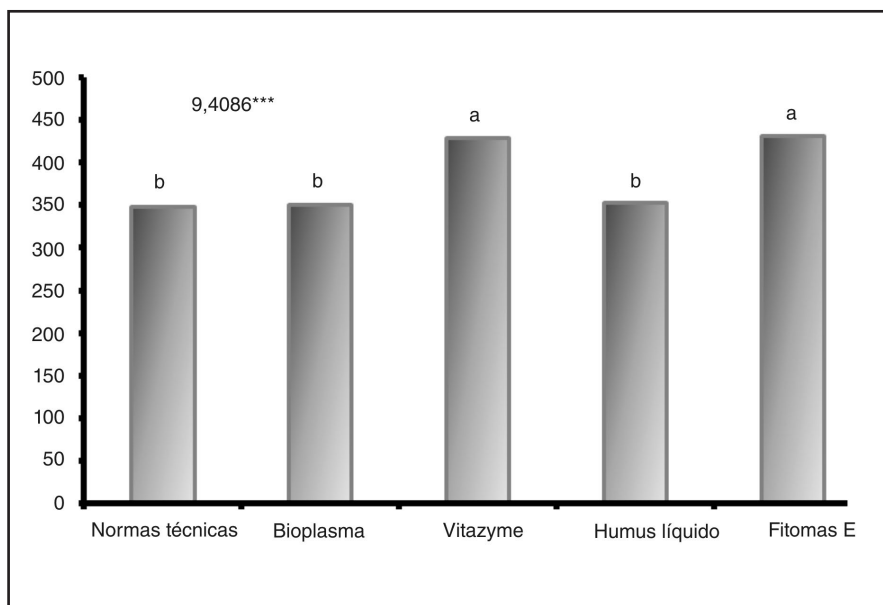


Fig. 4. Efecto de los bioproductos sobre el área foliar de las posturas de cafeto (cm²).

Por su parte, el resto de los bioproductos no se diferenciaron entre sí ni del tratamiento de normas técnicas. Los bioactivos son productos activadores del crecimiento y desarrollo de las plantas, que aportan compuestos directamente utilizables.

En el cafeto Rodríguez y col. (2010) encontraron diferencias significativas en dos de los tres años evaluados entre la aplicación de Vitazyme y el tratamiento de normas técnicas, lo que coincide con lo obtenido en este trabajo.

Yumar (2007) encontró un incremento del desarrollo foliar en el cultivo de ají pimiento (*Capsicum annuum* L.) con el empleo del Fitomas-E.

La aplicación de los diferentes productos bioactivos produjo un efecto benéfico en la nutrición de los cafetos en su fase de vivero, viéndose reflejada su acción en el crecimiento de las posturas.

Los resultados con el FitoMas-E pudieran estar dados al efecto que ejerció el bioestimulante sobre la mejora en la absorción de nutrientes que favorecen el desarrollo fisiológico del cultivo, y demuestran la posibilidad que

tiene este bioproducto de ser adsorbido y traslocado de forma rápida en la planta, lo que provoca el incremento de la producción microbiológica en la rizosfera, favoreciendo el intercambio de nutrientes y por tanto el crecimiento vegetal (López y col., 2002).

Villa (2010) informó que las aplicaciones de FitoMas-E estimulaban el crecimiento, desarrollo y emisión de las ramificaciones del tomate. López y Lobaina (2005), al evaluar diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del tabaco, demostraron que a los 35, 40 y 45 días después de la siembra, existieron diferencias significativas entre los tratamientos para la altura.

Lo anteriormente expresado corrobora lo planteado por Núñez (2000) acerca del efecto positivo de los bioestimulantes del crecimiento sobre la fisiología de los cultivos.

Montano (2008) plantea que el FitoMas-E cuando se aplica al follaje es rápidamente absorbido y traslocado sin consumo adicional de energía, el que puede ser un sustituto parcial de la fertilidad convencional. La parte que es exudada por las raíces junto con los productos

del metabolismo vegetal acrecienta la reproducción de microorganismos en las inmediaciones de las raíces (rizosfera), los que trabajan simbióticamente con el vegetal intercambiando nutrientes y factores del crecimiento; al aumentar el intercambio, aumenta la fotosíntesis en la planta, lo que estimula a su vez el funcionamiento de las raíces y por tanto de la planta en su conjunto.

En el cafeto los únicos resultados de que se disponen sobre la utilización del FitoMas-E son los de Alvarado y col. (2006), quienes estudiaron la imbibición de semillas de la variedad Typica, conservadas por 12 meses en tres dosis del bioproducto (0, 2, 4, 5 mL x L<sup>-1</sup>), quienes encontraron que el FitoMas-E ejerció una influencia positiva y significativa, y que a 4 mL x L<sup>-1</sup> se obtenían los mejores resultados con incrementos del 45 % en la germinación, y el acortamiento de la fase de vivero tradicional en el 20 %.

Con respecto al Vitazyme, más de 400 estudios realizados en diversos países reflejan que su utilización mejora la eficiencia del fertilizante nitrogenado. En el compendio del fabricante se reflejan resultados investigativos en col, maíz, algodón, frijoles, manzanas, uvas, lechuga, papaya, maní, pastos, papa, arroz, soya y muchos otros cultivos (Syltie, 2005).

Khalilian *et al.* (2002) encontraron efectos positivos con el uso del bioestimulante en el cultivo del algodón, donde se observaron incrementos en los contenidos de N, P y K en el suelo.

En Cuba se han realizado estudios en caña de azúcar en Matanzas y Holguín, en boniato en La Habana,

guayaba en Villa Clara, frutabomba en La Habana y Matanzas (Creach, 2004 y Syltie, 2005). Investigaciones realizadas con el cultivo del arroz en la provincia de La Habana, Sancti Spíritus y Granma reflejaron incrementos en el rendimiento agrícola del arroz y la reducción el 25 % de la fertilización nitrogenada que se recomienda por el instructivo técnico de ese cultivo.

Específicamente en el cultivo del café, Rodríguez y col. (2010) observaron que las aplicaciones provocaron un efecto beneficioso con relación al tratamiento testigo sin aplicación, en el desarrollo morfológico de las plántulas de cafeto al estudiar su efecto en injertos de café con incrementos para la altura de las plantas entre el 1 % y hasta el 27 %, para el diámetro del tallo desde el 5 % hasta el 36 %, y para el área foliar desde un 2 % hasta un 97 %. Esto concuerda con lo reportado en la literatura por Khalilian *et al.* (2002) y en Vitazyme (2001), donde señala que el Vitazyme mejora la estructura del suelo para facilitar el crecimiento radicular y la asimilación de nutrientes. Además, incrementa el crecimiento de las raíces (más canales), más polisacáridos para unir partículas, actividad mejorada de micorrizas del tipo nodular.

Se señala además que los rendimientos y las ganancias para todo tipo de cultivos agrícolas han aumentado por su uso. La fotosíntesis y el metabolismo mejorado de las plantas, el crecimiento radicular y el follaje, dan como resultado mejores rendimientos y mayor calidad. De igual forma se plantea un beneficio positivo de la aplicación del Vitazyme en plantas de alfalfa, trigo, uva, maíz, tomate (Creach, 2004) (Tabla 2).

**Tabla 2. Valoración económica para la producción de 100 000 de *Coffea arabica* L. considerando los bioproductos de mejores resultados (\$ x ha<sup>-1</sup>)**

	<i>Costo del producto (\$)</i>	<i>Costo manipulación y aplicación (\$)</i>	<i>Costo total (\$)</i>	<i>Ahorro (\$)</i>
Testigo (fert. miner.)	368,57	13,18	381,75	
FitoMas-E	0,3	75,29	75,59	306,16
Vitazyme	20,93	75,29	96,22	285,53

La valoración económica de los resultados mostró que, teniendo en cuenta solo los gastos incurridos en la compra del producto y los costos de manipulación y aplicación, los mayores ahorros se lograron en la variante

donde se aplicó FitoMas-E, aunque muy similar al empleo del Vitazyme. El uso de la fertilización mineral en la producción de posturas implica un gasto superior entre \$285,53 y \$306,16 por cada 100 000 posturas producidas.

## Conclusiones

- La aplicación de los diferentes productos bioactivos produjo un efecto benéfico en la nutrición de los cafetos en su fase de vivero, viéndose reflejada su acción en el crecimiento de las posturas.
- De forma general, para cada una de las evaluaciones realizadas, las mejores respuestas se alcanzaron con las aplicaciones de FitoMas-E.
- La utilización del FitoMas-E y el Vitazyme implican un ahorro entre \$285,53 y \$306,16 por cada 100 000 posturas producidas.

## Bibliografía

- Acuña, O.: Evaluación de la aplicación del producto VITAZYME (Estimulante de crecimiento derivado de enzimas) sobre la floración y fructificación en el cultivo del café. Universidad de Costa Rica; Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). abril-dic, 7 Pp., 2001.
- Alvarado, K.; Blanco, A.; Samón, A. y J. Villar: Influencia de un bioestimulante cubano en la obtención de posturas de café. En: *XV Congreso Científico INCA*. 7-10 de noviembre 2006. San José de Las Lajas. La Habana, 2006.
- Bustamante, C. y M. Ochoa: Utilización de fuentes de abonos orgánicos en combinación con fertilizantes minerales para la producción de posturas de *Coffea arabica* Lin. en suelo Ferrítico. *Café Cacao*, 7(2): 27-31, 2006.
- Bustamante, C.; Ochoa, M. y E. Gaínza: Efecto de las proporciones de humus de lombriz en el crecimiento de posturas de *Coffea arabica* Lin. en suelo Ferrítico. *Café Cacao*, 7(2): 13-15, 2006.
- Bustamante, C. A. y M. Varela: Efecto de la aplicación del Vitazyme en *Coffea*. I. Respuesta varietal de plántulas de *Coffea arabica* L., *Café Cacao*, 11 (1): 27-37, 2012.
- Creach, I.: Prueba del efecto de aplicaciones de Vitazyme en los cultivos de la caña de azúcar, ají, lechuga, tomate, berenjena. En: (*Manuscrito*), 7Pp., 2004.
- Cueto y col.: Efecto del Vitazyme en el crecimiento del cacao a los dos años de edad, 2008. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu/files/co...onencias/talieres/PBA/ra/PBA-P.23.pdf> Consultado el 2/7/2014].
- Díaz, W.; Caro, P.; Bustamante, C.; Sánchez, C.; Maritza Idilia Rodríguez; Vázquez, E.; Grave de Peralta, G.; Ramajo, J.; Ramos, R.; Delira Navarro; Fernández, I.; Martínez, F.; Yojana Rodríguez; Arañó, L.; Yero, A. y N. Moran: *Instructivo Técnico Café Árabe*. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 137 Pp., 2013.
- Faustino, E.: "Contribución del FitoMas-E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS Nelson Fernández." [inédito], tesis de candidatura. La Habana: Universidad Agraria, 2006.
- González, G.: Evaluación de tres dosis de Biobras-16 en dos variedades de tabaco en la provincia Granma. En: *Trabajo de Investigación*. Universidad de Granma. 41 Pp., 2003.
- Hernández, A. y col.: *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. AGROINFOR. Instituto de suelos de La Habana, 64 Pp., 1999.
- InfoStat: InfoStat versión 1.0. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2001
- Instituto de Suelo: Humus Líquido. Una opción para estimular el crecimiento de los cultivos. La Habana, 2 Pp., 2004.
- Khalilian, A.; Williamson, R. E.; Sullivan, M. J.; Mueller, J. D. y F. J. Wolak: Injected and broadcast application of composted municipal solid waste in cotton. *Applied Engineering in Agriculture*, 18 (1): 17–22, 2002.
- López, R.; Montero, R.; Vera, J. A. y Y. Rodríguez: Evaluación de diferentes dosis de Fitomas-E en el estudio del pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad SS -5, Complejo Científico-Docente José Martí. Guantánamo, (ICIDCA). 11Pp., 2002.
- López, R. y J. Lobaina: Comportamiento de las plantas hortícolas con diferentes dosis de FitoMas-E en condiciones edafo-climáticas de Guantánamo. CUG. *Revista Ciencia y Técnica*, 5: 25-31. 2005.
- Méndez, J., Chang, R. y Y. Salgado: Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Granma Ciencia*, 15(2), mayo-agosto - ISSN 1027-975X, 2011.
- Montano, R.: Fitomas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Ciudad de La Habana: ICIDCA, 2008.
- Moran, N.; Martínez, F. y C. Bustamante: Desarrollo de posturas de cafetos en tubetes con diferentes sustratos. *Café Cacao*, 11(1): 20-26, 2012.
- Morte, A.: Biofertilizantes de última generación. [*En línea*]. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. [Consultado: 10 de febrero de 2010].
- Disponible en: <[http://hortalizas.com/quality\\_and\\_safety](http://hortalizas.com/quality_and_safety)>.
- NRAG. 837-87: Suelos. Análisis químico. Reglas generales. Ciudad de la Habana: MINAGRI, Cuba, 1987.



- NRAG. 892-88: Suelos. Análisis químico. Reglas generales. Ciudad de la Habana: MINAGRI, Cuba, 1988.
- Núñez, M.: Resúmenes. En: *XII Seminario Científico del INCA*. La Habana. Cuba. Uso de brasinoesteroides en la agricultura. 178 Pp., 2000.
- Orozco, G. G.; Núñez, F. H. J.; Villaseñor, R. F.J.; Rueda, S. A. y R.J. A. Sígala: Diagnóstico de calidad de plantas en viveros forestales del estado de Colima. Folleto técnico N0, 1. Sagarpa INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. 47 Pp., 2010.
- Ramírez, A.; Cruz, N. y O. Franchialfaro: Uso de bioestimuladores en la reproducción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. *Cultivos Tropicales*, 24 (1): 59-63, 2003.
- Rodríguez, A.: Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertas de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar nacional, 2009. [Consultado 2/7/2014]. [http://dspace.esPOCH.edu.ce/bits-tream...456789/319/1/13t0621angulo fermin.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ce/bits-tream...456789/319/1/13t0621angulo%20fermin.pdf).
- Rodríguez, Maritza I.; Bustamante, Carlos A.; Grave de Peralta, Genovevo y Pascual Caro: Efecto de la aplicación del bioestimulante VITAZYME en el desarrollo morfológico de injertos de café. *Café Cacao*, 9 (2): 14-19, 2010.
- Sánchez, C.; Rivera, R.; González, C.; Elsa Vicet y M. Ferrer: Producción de posturas y establecimiento de nuevas plantaciones de cafeto en el macizo Guamu-haya basada en el uso de especies de abonos verdes. *Café Cacao*, 11(2): 46-51, 2012.
- Soto, F.: Estimación del área foliar en *Coffea arabica* L. a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos Tropicales*, 2(3): 115-128, 1980.
- Syltie, P.: Vitazyme Field trial results. A summary of experiments using Vitazyme soil and plant bioestimulant on field, orchard, and greenhouse crops. 2005. Consultado [www.vitalearth.com](http://www.vitalearth.com) 24 septiembre 2010.
- Terrero, J.: Aplicación de tres sustancias bioestimulantes a siembra directa y trasplante en el pepino variedad "SS-5". En: *Trabajo de investigación. Forum Nacional Estudiantil Agropecuario*. Universidad de Granma, 2007.
- Villa, I.: "Evaluación de diferentes dosis de FITOMAS-E en el cultivo del Tomate var. Amalia en condiciones de organopónico". [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Granma, Pp. 27-33, 2010.
- VITAZYME: El estimulante natural de fertilidad del suelo para suelos y cultivos más sanos y productivos. Vital Earth Resources. 706 East Broadway Gl adewater, Texas 75647, 2001
- Xiafong, P.: "Evaluación de tres sustancias bioestimulantes en el crecimiento y desarrollo de tomate variedad Vyta". [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Granma, 2007.
- Yumar, J.: Influencia del FitoMas-E en el rendimiento del Ají Cachucha. En: *Forum Provincial ANAP*, 2007.



## Fitopatología

# Situación epidemiológica de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en las condiciones agroecológicas de Tercer Frente, Cuba<sup>1</sup>

Lázaro Araño-Leyva,\* Deysi Prieto-García\*\*\* y Francisco Rodríguez-Patterson\*\*

## Resumen

El trabajo se desarrolló en zonas cafetaleras de la Empresa Municipal Agropecuaria del municipio de Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, donde se evaluó el comportamiento de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en el período comprendido entre 1987-2014. Para el desarrollo del ensayo se seleccionó un área de 0,5-1 ha donde se marcaron 15 plantas, tomadas representativamente y seleccionadas al azar. En cada planta se marcaron cuatro ramas orientadas cardinalmente en la parte media, según la metodología de Kushalappa et al. (1984). Se registraron las variables biológicas y climáticas en cada evaluación. La intensidad de la enfermedad se determinó utilizando una escala de 5 grados, determinando el índice de infección mediante la fórmula de Townsend y Heuberguer (1943) (CIBA-GEYGY, 1981). Los mayores índices de la enfermedad ocurrieron en el período de octubre a marzo, coincidiendo con los meses de temperaturas bajas, la ocurrencia de precipitaciones y a la dispersión del inóculo durante la cosecha. Entre los factores microclimáticos más importantes que afectaron el ciclo de vida de *H. vastatrix* Berk. y Br., la temperatura y las lluvias estuvieron estrechamente relacionadas a la mayor distribución e intensidad de la enfermedad. En nuestras condiciones se determinaron tres etapas en el desarrollo epidemiológico de la roya del cafeto *H. vastatrix* Berk. y Br.: crecimiento lento de marzo a junio, crecimiento acelerado de junio a septiembre y máximo crecimiento de octubre a marzo.

Palabras clave: roya del cafeto, incidencia, severidad, epidemiología, clima.

## Abstract

The work was developed in coffee areas of the Agricultural Enterprise of the Tercer Frente municipality, Santiago de Cuba province, where the behavior of the coffee Rust (*Hemileia vastatrix* Berk. and Br.) was evaluated in the period understood among 1987-2014. For the development of the rehearsal an area of 0.5-1 ha was selected there is where 15 plants were marked, taken representatively and selected at random. In each plant four branches were marked guided cardinally in the half part according to the methodology of Kushalappa et al. (1984). The biological and climatic variables were registered in each evaluation. The intensity of the disease was determined using a scale of 5 degrees, determining the infection index by means of the Townsend and Heuberguer (1943) formula (CIBA-GEYGY, 1981). The biggest in the disease indexes happened in the period October to March, coinciding with the months of low temperatures, the occurrence of precipitations and to the dispersion of the inoculum during the crop. Among the more important microclimatic factors which affected the cycle of life of *H. vastatrix* Berk. and Br., the temperature and the rains were closely related to the biggest distribution and intensity of the disease. Under our conditions three stages were determined in the epidemic development of the coffee Rust *H. vastatrix* Berk. and Br.: slow growth in the months of March to June; quick growth of June to September and maximum growth of October to March.

Key words: coffee Rust, incidence, severity, epidemiology, climate.

<sup>1</sup> Recibido: 13/1/2016

Aprobado: 11/2/2016

\*Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, INAF, Santiago de Cuba, sanvegetal1@tercerfrente.inaf.co.cu

\*\* Estación Experimental Agro-Forestal Velasco

\*\*\* Ministerio de Ciencia y Medio Ambiente

## Introducción

La roya del anaranjada, causada por *Hemileia vastatrix* Berk. y Br., un hongo parásito obligado perteneciente a la subsección Bisidiomycetes, clase Teliomycetes, orden Uredinales de la familia *Pucciniaceae*, es hoy la enfermedad de mayor importancia económica del cultivo del café a nivel mundial, debido a que provoca la caída prematura de las hojas, propiciando la reducción de la capacidad fotosintética, así como el debilitamiento de árboles enfermos, y en infecciones severas puede ocasionar muerte regresiva en ramas, e incluso la muerte de árboles (Silke, 1991; Arañó y Prieto, 2001 y Barquero, 2013).

En el mundo se han reportado la existencia de más de 50 diferentes tipos de razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. Este concepto es un criterio para identificar a individuos del hongo que tienen una misma capacidad de causar enfermedad en una determinada variedad, debido a que posee similares genes de virulencia (Barquero, 2013).

En la población de *H. vastatrix* Berk. y Br. existen individuos con diferentes cantidades de genes de virulencia. Los que poseen más genes son los más complejos y capaces de afectar a un mayor grupo de variedades de café.

La enfermedad se detecta por primera vez en nuestras plantaciones a partir de 1986, y su avance hacia las distintas zonas cafetaleras del país ha sido lento, pero continuo, y actualmente se encuentra dispersa en todas las áreas bajo el cultivo del café.

La velocidad del progreso de la enfermedad roya del café en el campo depende de las condiciones climáticas, o sea, del microclima y de la predisposición del hospedante y del patógeno. La época de aplicación de los fungicidas más adecuados para el combate de la enfermedad es muy variable de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar y del desarrollo del cultivo, lo que evidentemente no es igual en cada país, y aun den-

tro de una misma región, aunque todos parecen estar de acuerdo en realizar las primeras aplicaciones teniendo en cuenta el inicio de las lluvias (Silke, 1991; Arañó y Prieto, 2001 y Arañó, Rodríguez y Prieto, 2004).

Luego de casi 30 años de la detección de la roya del café en Cuba, esta demostró en 2014 que continúa siendo una enfermedad de mucha importancia en el cultivo del café, por lo que se hace necesario renovar los conocimientos sobre los aspectos biológicos de la plaga, comprender las condiciones de clima que la favorecen, la importancia de aplicar las prácticas de cultivo que mantienen el vigor de los cafetos y recordar sobre los momentos oportunos para realizar prácticas fitosanitarias para su manejo.

El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el comportamiento epidemiológico de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en las condiciones agroecológicas del municipio de Tercer Frente.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en zonas cafetaleras de la Empresa Municipal Agropecuaria del municipio de Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, donde se evalúa el comportamiento de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en el período comprendido entre 1987-2014.

Para el desarrollo del ensayo se seleccionó un área de 0,5-1 ha, donde se marcaron 15 plantas, tomadas representativamente y seleccionadas al azar. En cada planta se marcaron cuatro ramas orientadas cardinalmente, y en la parte media, según la metodología de Kushalappa *et al.* (1984). Se registraron las variables biológicas y climáticas en cada evaluación. La intensidad de la enfermedad se determinó utilizando una escala de 5 grados, determinando el índice de infección mediante la fórmula de Townsend y Heuberguer (1943) (CIBA-GEYGY, 1981) (Tabla 1).

**Tabla 1. Escala de valoración para determinar el índice de infección de la enfermedad**

Grado	Descripción
0	Hojas sanas
1	Hojas con un cuadrante afectado por roya con un mínimo de una pústula en cada hoja (1-5 %)
2	Hojas con dos cuadrantes afectados por roya con un mínimo de una pústula en cada hoja (6-20 %)
3	Hojas con tres cuadrantes afectados por roya; como mínimo cada hoja tendrá tres pústulas situadas cada una en diferentes cuadrantes (21-50%)
4	Todas las hojas afectadas por roya, es decir, sus cuatro cuadrantes; por tanto, cada hoja tendrá como mínimo cuatro pústulas distribuidas en los cuatro cuadrantes (>50 %).

$$\% \text{ Infección} = \Sigma (AB)/(NK) * 100$$

donde:

A: Grado de la escala.

B: Cantidad de las hojas afectadas por la roya en cada grado.

N: Número de hojas evaluadas.

K: Último grado de la escala.

Índice de Distribución (% Dist.):

$$\% \text{ Dist.} = \frac{\text{Hojas royas infectadas}}{\text{Hojas totales}} \times 100$$

## Resultados y discusión

La velocidad del progreso de la roya del cafeto en el campo depende de las condiciones de climáticas, o sea,

del microclima y de la predisposición del hospedante y del patógeno.

En nuestras condiciones los mayores índices de la enfermedad ocurrieron en el período de octubre a marzo, coincidiendo con los meses de temperaturas bajas, que estuvieron entre 21,1-23,4 °C, como promedio durante esa época del año, la ocurrencia de precipitaciones y a la dispersión del inóculo durante la cosecha. (Fig. 1). En este sentido, Nutman y Roberts (1963), Montoya (1974), Silke (1991) y Barquero (2013) coinciden en señalar que el factor temperatura y lluvia están estrechamente relacionados a la mayor distribución e intensidad de la enfermedad, y que estos se vinculan esencialmente a la distribución del inóculo durante la cosecha, que unido a condiciones favorables de temperatura y precipitación hace que se incremente la infección en el campo.

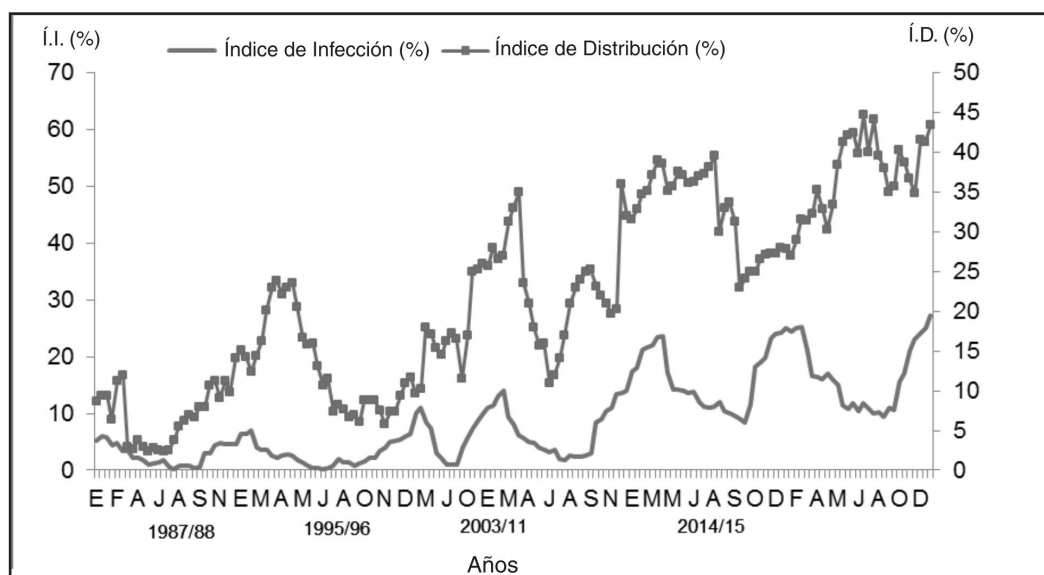


Fig. 1. Incidencia e índice de distribución de *H. vastatrix* Berk. y Br. en Tercer Frente.

Entre los factores microclimáticos más importantes que afectaron el ciclo de vida de *H. vastatrix* Berk. y Br. figuran la temperatura, la humedad foliar y en menor grado la radiación solar, corroborando lo planteado por Rivilas *et al.* (2011) y González (2013).

La temperatura actúa directamente sobre el proceso de germinación e infección del hongo, y la lluvia o humedad foliar es el factor limitante en la germinación de las uredosporas, influye en su dispersión e indirectamente en otros factores ambientales.

Por otra parte, la edad de las plantaciones y el manejo influyen de manera significativa en la ocurrencia de

roya. Es importante considerar que la edad de las plantaciones (>20 años) es el factor de mayor riesgo en los eventuales impactos productivos debido al efecto de defoliación causado por la roya. En este sentido, Da Silva *et al.* (2008) señalan que el tipo de sombreado y densidad de plantación afectan directamente en las diferentes etapas del proceso infeccioso de la enfermedad (deposición, germinación, infección, colonización, esporulación y diseminación); la fertilización, pH del suelo y prácticas de podas también influyen al respecto. Parcelas con fertilización deficiente, con altas densidades de plantación, follaje denso y sombreado, con alta carga de fruta, pH

ácido del suelo y aunado a incrementos en la frecuencia y distribución de la precipitación y temperaturas favorables, son factores que incrementan el riesgo y favorecen el desarrollo de epidemias severas por *H. vastatrix* Berk. y Br.

Los meses más lluviosos, mayo- junio, mostraron una correlación negativa, lo cual indica su influencia en el desarrollo de la enfermedad, es decir, aparentemente las lluvias tienen un efecto de lavado sobre las esporas del hongo, que posteriormente, al término de las lluvias, incrementa exponencialmente la producción de inóculo y severidad de la enfermedad (Fig. 2). En este sentido, Rivillas *et al.* (2011) y Barquero (2013) señalan que este fenómeno se manifiesta de forma similar en varios países como Brasil, Guatemala y México. En el caso de México, el comportamiento de la roya del cafeto en la década de los ochenta mostró que el mayor incremento de incidencia de la enfermedad ocurrió en los de diciembre a mar-

zo, cuando las temperaturas fueron frescas, coincidiendo con los resultados en nuestras condiciones. Sin embargo, los meses más lluviosos, que fueron de mayo a octubre, mostraron una correlación negativa, lo cual indica un desfase con los incrementos de la enfermedad, es decir, aparentemente la lluvia tiene un efecto de lavado sobre las esporas del hongo que posteriormente, al término de las lluvias, se incrementó exponencialmente la producción de inóculo y severidad de la enfermedad, coincidiendo con Da Silva y col. (2008), quienes señalan que las lluvias frecuentes permiten la presencia extendida de una capa de agua en la superficie de las hojas, condición que favorece los procesos de germinación y penetración del hongo y actúa como dispersante de sus urediniosporas. El exceso de agua en el suelo causa estrés de las raíces de café, lo cual debilita la planta y evita una regeneración rápida de nuevo tejido foliar, haciendo el ataque de roya aún más severo.

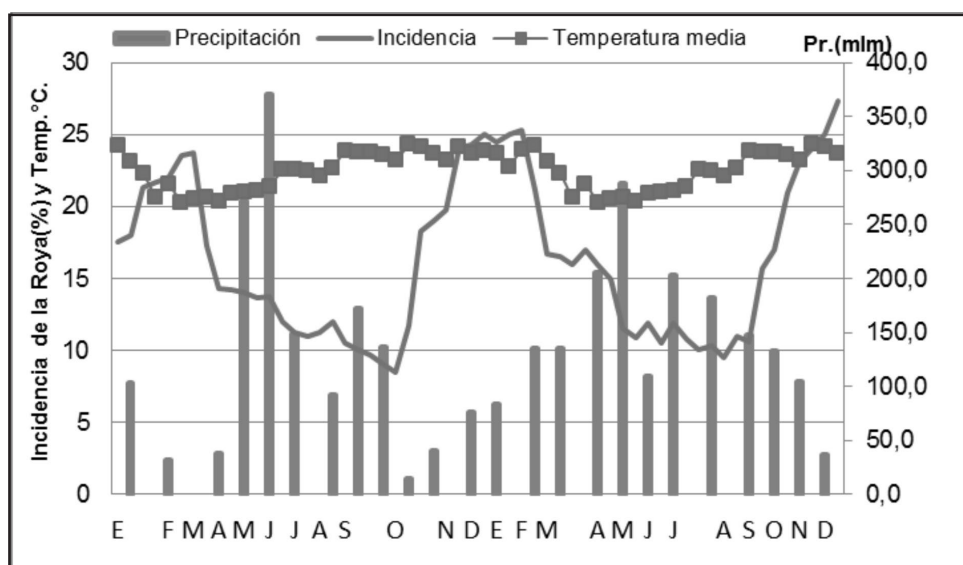


Fig. 2. Relación de la incidencia de *H. vastatrix* Berk. y Br. con la temperatura y la precipitación pluvial.

Al analizar la tendencia de la distribución de la roya del cafeto en nuestras condiciones, se determinaron tres etapas para el desarrollo epidemiológico de la roya del cafeto: crecimiento lento de marzo a junio, crecimiento acelerado de junio a septiembre y máximo crecimiento de octubre a marzo.

#### Primera etapa: crecimiento lento

La primera etapa se caracteriza por un lento aumento de la enfermedad, casi imperceptible, que coincide con

el inicio del período lluvioso y con el crecimiento vegetativo de los cafetos. La incidencia presente en los cafetos o plantaciones corresponde al inóculo residual de la roya que se encuentra en el tejido infectado que permaneció en la planta luego de la época seca, el cual al cabo de un mes provocará el surgimiento de nuevas lesiones en hojas enfermas o bien en hojas sanas.

En esta etapa, las manchas apenas inician la producción de esporas, por lo que el surgimiento de nuevas manchas en hojas sanas es lento. La relación entre el



surgimiento de nuevas hojas enfermas se equilibra con la formación de hojas nuevas sanas en el cafeto.

### Segunda etapa: crecimiento acelerado

En esta etapa los cambios en el avance de la enfermedad de un mes a otro son muy rápidos, coincidiendo de junio a septiembre, relacionado fundamentalmente del inóculo durante la cosecha. En tal sentido, Barquero (2012), Barquero (2013) y Senasica (2013) señalan que la incidencia de la roya del cafeto puede aumentar entre 0,11 %-0,36 % por día, de acuerdo a los estudios realizados sobre la tasa de infección aparente. El momento de inicio del incremento acelerado de la roya, depende de la cantidad de enfermedad formada en la primera etapa de la curva de progreso de la roya (etapa de crecimiento lento) y de las condiciones climáticas existentes. En lo que respecta a la roya, Chalfoun (1981) y González (2013) plantean que la cantidad del inóculo residual, así como su virulencia y agresividad en la fase de menor incidencia, determinan la severidad de la enfermedad durante la siguiente epidemia.

Por lo general, el crecimiento acelerado de la enfermedad ocurrirá a partir de una incidencia de la roya entre 10 %-15 %.

En esta etapa los fungicidas sistémicos no son eficientes, y a pesar de aplicarlos sobre los cafetos, las hojas enfermas terminarán cayendo, anticipando incluso su caída luego de la aplicación del fungicida.

El porcentaje de crecimiento diario varía de acuerdo a la influencia del clima, en la caficultura de regiones de altura; usualmente la roya alcanza más tarde los mayores niveles de enfermedad, comparada con las regiones de menor altura.

### Tercera etapa: crecimiento máximo

Consiste en la etapa donde se alcanza el máximo incremento de la enfermedad y ocurre una caída de hojas importante. En esta etapa el aumento de la enfermedad es lento porque la cantidad de hojas sanas es muy reducida. Coincide con la etapa final de maduración de los frutos y con la etapa de mínimo crecimiento vegetativo del cafeto, comportamiento similar a lo encontrado por Orozco *et al.* (2011) en las condiciones agroecológicas de Guatemala.

Esta etapa ya es tardía para implementar una estrategia de control químico, debido a que una gran cantidad de hojas tienen la presencia de la enfermedad y es común que las lesiones cubran gran parte de las hojas (Fig. 3).

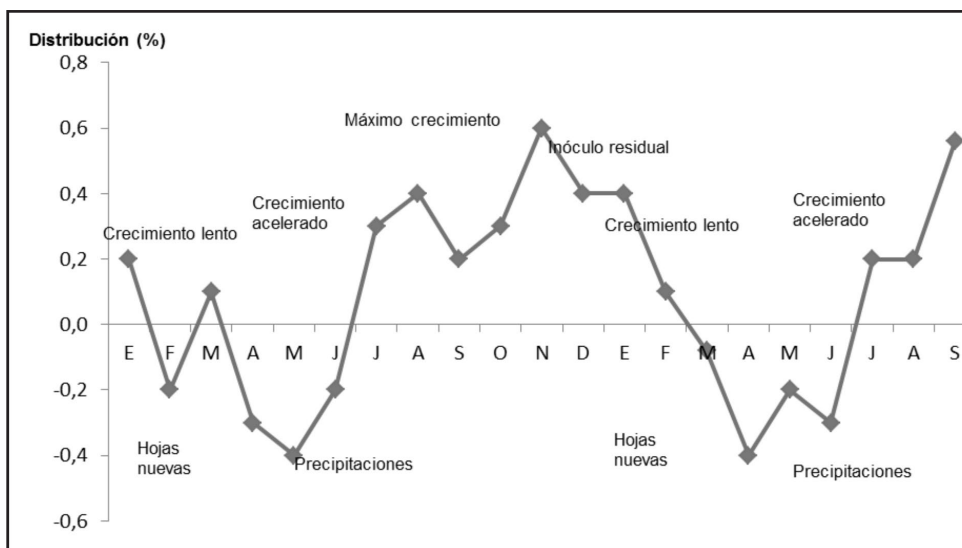


Fig. 3. Tendencia del progreso de la roya (*H. vastatrix* Berk. y Br.) en Tercer Frente.

La razón fundamental para controlar la roya del cafeto radica en la necesidad de proteger el follaje durante el período de llenado de granos. Las altas producciones en un año repercuten en una alta incidencia de la enfermedad.

Es por eso la importancia de controlar las floraciones para saber cómo será el desarrollo de la enfermedad y para la elaboración del calendario de aplicación de los fungicidas, corroborando los resultados de Araño (2002) y Díaz (2011).



Es importante estar atentos al comportamiento de la epidemia con base en los cambios fenológicos del cultivo.

Los resultados coinciden con Orozco *et al.* (2011), quienes señalan que la enfermedad ha mostrado en ciertas épocas diferente comportamiento, aunque con el común de que los cambios suscitados han estado siempre muy influenciados por las variaciones en los factores climáticos de temperatura y precipitación en las diferentes zonas cafetaleras.

## Conclusiones

- Los mayores índices de la enfermedad ocurrieron en el período de octubre a marzo, coincidiendo con los meses de temperaturas bajas, que estuvieron entre 21,1-23,4 °C como promedio durante esa época del año, la ocurrencia de precipitaciones y a la dispersión del inoculo durante la cosecha.
- Entre los factores microclimáticos importantes que afectaron el ciclo de vida de *H. vastatrix* Berk. y Br. figuraron la temperatura y las lluvias estrechamente relacionadas a la mayor distribución e intensidad de la enfermedad.
- En nuestras condiciones se determinaron tres etapas en el desarrollo epidemiológico de la roya del café *H. vastatrix* Berk. y Br.: crecimiento lento de marzo a junio, crecimiento acelerado de junio a septiembre y máximo crecimiento de octubre a marzo.

## Bibliografía

- Araño, L. y Deysi Prieto: Comportamiento de los rendimientos en función del índice de infección de la roya del café (*H. vastatrix* Berk. y Br.). *Café Cacao*, 2(2): 10-14, 2001.
- Araño, L.: Influencia de la producción de café en el desarrollo de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. y B. *Café Cacao*, 3(3): 79-80, 2002.
- Araño, L.; Rodríguez, F. y Deysi Prieto: Influencia de la edad de las hojas en el período de incubación, período de generación, intensidad de esporulación y generaciones del patógeno. *Café Cacao*, 5(1 y 2):38-41, 2004.
- Barquero, M. M.: La Roya del café requiere atención y manejo. Instituto del café de Costa Rica. (ICAFFE). San José, Costa Rica. *Revista Informativa*, 5(1): 11-13, 2012.
- Barquero, M. M.: *Recomendaciones para el combate de la Roya del café (Hemileia vastatrix Berk. et Br.)*. Instituto del café de Costa Rica. (ICAFFE) Barva, Heredia 3era. Edición. ICAFFE, 63 Pp., 2013.
- Chalfoun, S. M.: Relação de diferentes incidências de infecção de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) Berk. y Br. sobre a produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) en algunas localidades do Estado de Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira*, 6(2): 137- 142, 1981.
- CIBA-GEIGY: Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2 ed. Pp. 33- 34, 1981.
- Da Silva, S. F.; De Sousa, A. P. E.; Pozza, E. A.; Miranda J. C.; Carvalho, E. A.; Monteiro, F. L. H. e P. A. A. Alexandre: Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do- cafeeiro. *Pesq. Agropec Bras. Brasília*, 43:783-791. 2008.
- Díaz, M. A.: *Estimaciones de los efectos del cambio climático sobre la Roya (Hemileia vastatrix) y la Broca (Hypothenemus hampei) del café en la región de Coatepec*, Veracruz Universidad Nacional Autónoma de México. 84 Pp., 2011.
- González, R. G.: Vigilancia Epidemiológica de la Roya del café como plaga potencial de riesgo. (SINAVEF) Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, México, 19 Pp., 2013.
- Kushalappa, A. C. *et al.*: Proportions of areas under the disease progress and host removal curves, in relation to that under host growth curve. *Fitopat. Bras.*, 9: 277-261, 1984.
- Montoya, R.: *Influencia da temperatura e da luz na germinação infectividade e Período de geração de Hemileia vastatrix Berk. et Br.* Tese M. S. Universidades Federal de Viçosa, M. G. Brasil. 60 Pp., 1974.
- Nutman, F. J. and F. M. Robert: Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46 (1): 27-48, 1963.
- Orozco, E.; Figueroa, P. Pacheco, A., Calderón, G. Manejo Integrado de la Roya del Café. El cafetal. Folleto Técnico. Guatemala. 25 Pp., 2011.
- Rivillas, O. C.; Serna, G. C.; Cristancho, A. M. y B. A. Gaitán: *La Roya del café en Colombia (Impacto, manejo y costos del control, resultados de investigación)*. Centro Nacional de Investigación del Café (Cenicafé). Chinchiná, Caldas, Colombia. 53 pp., 2011.
- SENASICA: Roya del café *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome. Dirección General de Sanidad Vegetal. Sistema Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria Nacional de Referencia Fitosanitaria. México. *Ficha Técnica*, N° 40. 25 Pp., 2013.
- Silke, Beker: *Sistema Coffea spp y Hemileia vastatrix*. En: La Roya del café- Conocimiento y control. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ. Eschborn, 281 Pp., 1991.

## *Extensión agrícola e Investigación participativa*

# **Implementación de la agricultura familiar para la diversificación de la producción en la comunidad cafetalera Rihito de Matías<sup>1</sup>**

Isidro Fernández-Rosales,\* Délima Navarro-Ocaña,\* Ovidio Fajardo-Martínez,\* Mario J. Verdecia-García\* y Regulo Reyes-Galafet\*

---

### **Resumen**

*El trabajo se desarrolló en el período comprendido entre junio de 2006 y diciembre de 2010 en la comunidad cafetalera Rihito de Matías, en el municipio de Tercer Frente, de la provincia de Santiago de Cuba, con el objetivo de incrementar y diversificar las producciones in situ de alimentos a partir de la implementación y desarrollo de la agricultura familiar en patios de viviendas y huertos familiares. Se aplicaron técnicas participativas para la sensibilización de los comunitarios y la elaboración e implementación del programa de desarrollo. Para el estudio se seleccionaron 49 núcleos familiares con disponibilidad de tierra alrededor de sus viviendas para el establecimiento de cultivos. Se produjeron 104,9 t de alimentos de 39 especies con las que contribuyeron al incremento y diversificación de las producciones agrícolas de la comunidad, a la vez que facilitó a los pobladores adquirir e incluir en su dieta productos frescos de alta calidad.*

*Palabras clave: café, técnicas participativas, diversificar, comunidad.*

### **Abstract**

*The work was developed in the period understood between June of the 2006 and December of the 2010 in the coffee community "Rihito of Matías", in Tercer Frente municipality, Santiago de Cuba province, with the objective to increase and to diversify the productions 'in situ' of foods starting from the implementation and development of the family agriculture in patios of housings and family orchards. Participative technical were applied for the sensitization of the community ones and the elaboration and implementation of the development program. For the study 49 family nuclei were selected with earth readiness around their housings for the establishment of cultivations. 104.9 t of foods took place, of 39 species with those that contributed to the increment and diversification of the agricultural productions of the community, at the same time that it facilitated the residents to acquire and to include in its diet fresh products of high quality.*

*Key words: coffee, participative technical, diversify, community.*

<sup>1</sup> Recibido: 3/9/2015

Aprobado: 11/2/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, INAF, Santiago de Cuba. [agrotecnia1@tercerfrente.inaf.co.cu](mailto:agrotecnia1@tercerfrente.inaf.co.cu)

## Introducción

En Cuba el café es uno de los cultivos tradicionales que ha contribuido durante años a la diversificación agrícola. Aún constituye un rubro importante, y es la base fundamental de la economía en las zonas montañosas. No obstante, por diversas causas en las últimas décadas se ha producido un deterioro progresivo del cultivo que ha repercutido en su entorno social, por lo que las comunidades cafetaleras están necesitadas de un programa de desarrollo en el que se incluya la obtención *in situ* de cantidades razonables de alimentos que contribuyan a la disminución de los gastos generados por este concepto, así como otros beneficios económicos, medioambientales y sociales que se generan.

En este sentido, Duicela (2011) concibe a la diversificación de los sistemas de producción como una estrategia de manejo sostenible, y sugiere alternativas que generen ingresos y empleo para las familias, y fundamenta la propuesta citando a COFENAC (2007) sobre el criterio de que la cosecha del café es estacionaria, por lo que provee de ingresos a las familias caficultoras durante tres meses del año, mientras que los nueve meses restantes prácticamente no tienen ingresos. El MINAG (2012) incluye el rescate de las tradiciones culturales de la montaña, y la atención diferenciada a las comunidades cafetaleras como vía de motivación para la estabilidad de la población serrana es uno de los aspectos contemplados en la política del MINAG para el desarrollo del café y cacao en la República de Cuba, mientras que Gamboa y Criollo (2011) se refieren a que los huertos caseros son una parte importante de la tradición rural y generadores de ingresos económicos.

Como antecedente a este trabajo, Fernández y col. (2006), en el diagnóstico realizado a la comunidad de Rihito de Matías, concluyeron que la producción de alimentos es insuficiente, caracterizada por la poca diversidad, el bajo aprovechamiento del área disponible y la mala calidad de las labores a los cultivos, mientras que los comunitarios se mostraron interesados por mejorar e incrementar los cultivos y por recibir algún tipo de capacitación técnica relacionada con la agricultura. Cuba (2011) se refiere a que con el surgimiento de nuevos escenarios productivos, la agricultura cubana se ha visto en la necesidad de cambiar estilos y formas, los cuales han posibilitado el desarrollo de nuevas alternativas.

Por lo antes expuesto se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de incrementar y diversificar las producciones *in situ* de alimentos a partir de la implementación y desarrollo de la agricultura familiar en patios de viviendas, y con ello contribuir a mejorar las condiciones alimentarias de los comunitarios y productores de café.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en el período comprendido entre junio de 2006 y diciembre de 2010, en la comunidad cafetalera Rihito de Matías, ubicada a 360 m sobre el nivel del mar, en el municipio de Tercer Frente, de la provincia de Santiago de Cuba.

El programa para la transformación, introducción y diversificación de los cultivos se realizó con la participación del equipo de investigación, el delegado del Poder Popular de la circunscripción de Rihito, las organizaciones de masa de la zona y los núcleos familiares seleccionados. Se laboró sobre la base del trabajo en equipo en situaciones reales y concretas, en que se tuvo en cuenta los criterios y experiencias de los participantes. Se tomaron como base los resultados del diagnóstico realizado en la comunidad por Fernández y col. (2006), en el que se hizo una caracterización detallada de los principales problemas que afectan a la comunidad.

Para la implementación del programa se realizó la labor de sensibilización a través de talleres de intercambio de criterios y charlas con directivos de las organizaciones de masas y comunitarios; se realizaron demostraciones prácticas, así como la participación e intervención de los integrantes del equipo de trabajo en las reuniones periódicas programadas.

Se realizaron visitas por parte de los especialistas a los núcleos familiares seleccionados. Se promovieron debates con la participación de la familia, donde se trataron temas relacionados con la producción de alimentos *in situ*, la conservación y mejoramiento de los suelos y medio ambiente, el aprovechamiento de subproductos, entre otros aspectos. En el programa se insertó la escuela primaria con sus alumnos y maestros, así como el médico y la enfermera de la familia. Para contribuir a incrementar la motivación de los productores y comunitarios, se realizaron actividades de divulgación a través de los medios de difusión masiva (televisión y radio del territorio).

## Resultados y discusión

Como resultado de la ejecución del programa previsto para el desarrollo de la agricultura familiar en patios de viviendas de pobladores de la comunidad cafetalera de Rihito de Matías (*Tabla 1*), se incorporaron a esta práctica un total de 49 familias que lograron importantes resultados productivos en sus patios a partir de la transformación de los cultivos existentes y la introducción de nuevos cultivos que permitieron mayor diversidad de productos. Esto estuvo dado fundamentalmente por las labores de sensibilización y la capacitación realizada por los especialistas, para lo cual se realizaron 52 talleres de sensibilización con la participación de las familias y los demás actores de la comunidad. Se capacitaron 147

personas sobre diferentes temáticas mediante técnicas participativas (talleres, demostraciones de métodos, intercambios con los productores, días de campo, disertación de especialistas, entre otras). Además, se creó y atendió un círculo de interés mediante el cual se vinculó la escuela a la actividad, lo que contribuyó a mantener el vínculo directo de las familias con los especialistas, facilitando la labor de sensibilización de los comunitarios. En este sentido, Navarro y Fernández (2012) puntualizaron que una estrategia de capacitación con acciones de sensibilización y multiplicación de conocimientos favoreció el reenfoque de la orientación vocacional colectiva e individual, basada en la utilización de técnicas comunitarias de agricultura sostenible.

**Tabla 1. Programa de acciones para la transformación de la producción de alimentos en la comunidad**

Acciones a realizar	Fecha		U/M	Cantidad
	Desde	Hasta		
Sensibilización de los comunitarios y factores de la comunidad	Junio 2007	Diciembre 2007	u	3
Selección de patios de referencia	Enero 2007	Junio 2009	u	7
Introducción, diversificación y desarrollo de los cultivos	Junio 2007	Diciembre 2009	u	4 por cada mes
Realizar recorridos periódicos para la capacitación a productores y seguimiento técnico a las unidades productivas	Enero 2007	Diciembre 2009	u	4 por cada mes
Creación y conducción de círculos de interés	Enero 2007	Diciembre 2009	u	1

Con la introducción de nuevos cultivos y la puesta en práctica de tecnologías agroecológicas, se logró un uso equitativo del espacio disponible en cada uno de los patios seleccionados.

### Principales prácticas introducidas

- Cultivos intercalados y policultivo.
- Aplicación de humus de lombriz.
- Aplicación de materia orgánica.
- Aprovechamiento de los residuos de cosecha para obtención de abonos orgánicos a través de compost y lombricultura.
- Arrope con residuos vegetales.
- Rotación de cultivos.
- Injerto de frutales.
- Cambio de copa de árboles frutales establecidos.

### Renglones productivos evaluados

- Vegetales.
- Viandas.
- Granos y cereales.
- Frutales.

En la *tabla 2* se muestran las producciones de vegetales logradas durante cinco años en los patios de las viviendas de los núcleos familiares seleccionados. En 2006 se establecieron seis renglones productivos con una producción de 1121 kg de vegetales de alta calidad. Mediante el empleo de técnicas agroecológicas y el establecimiento de 13 especies, se alcanza un salto productivo a partir de 2008 con una producción de 2713 kg. En la tabla se evidencia la tendencia a la estabilización de la producción, si se tiene en cuenta que en los últimos tres

años se obtuvieron producciones superiores a 2 t para una producción total de 10 321 kg de vegetales y condimentos frescos, que contribuyeron a la diversificación de

la producción en la comunidad, por lo que se evidencia lo planteado por García (2011) al referirse a que el hombre está en capacidad de intervenir en su propio desarrollo.

**Tabla 2. Producción de vegetales en patios de las viviendas en la comunidad cafetalera Rihito de Matías (2006-2010)**

Cultivo	Nombre científico	U/m	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Ají	<i>Capsicum</i> ssp.	kg	46	62	176	205	215	704
Ajo puerro	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	kg	256	255	248	237	246	1242
Berenjena	<i>Solanum melongena</i> L.	kg	36	44	47	84	93	304
Calabaza	<i>Cucurbita maxima</i>	kg	223	96	130	128	126	703
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	kg	0	0	82	92	102	276
Cebollín	<i>Allium schoenoprasum</i> Regel & Tiling	kg	0	99	98	0	90	287
Culantro	<i>Eryngium foetidum</i> , L.	kg	4	12	14	16	15	61
Habichuela	<i>Phaseolus coccineus</i>	kg	0	66	104	127	146	443
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	kg	492	608	1320	960	1202	4582
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	kg	0	82	105	134	141	462
Perejil de Castilla	<i>Petroselinum sativum</i> (Mill.) Fuss.	kg	0	74	78	46	86	284
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>	kg	0	0	21	22	32	75
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Viridis</i>	kg	0	0	78	0	15	93
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	kg	64	61	212	220	248	805
Total		kg	1121	1459	2713	2271	2757	10 321

## Producción de viandas

Como antesala a este trabajo, en diagnóstico realizado por Fernández y col. (2006) a patios de viviendas y huertos familiares de la comunidad Rihito de Matías, se encontraron seis cultivos considerados como viandas, pero en muy baja frecuencia. *Musa paradisiaca* L. resultó ser el más representativo al aparecer en el 30,3 % de los sitios diagnosticados. En la *tabla 3* se muestran los resultados productivos alcanzados en la producción de viandas en patios de viviendas de la comunidad cafetalera Rihito de Matías durante las cinco campañas evaluadas. Durante 2006 se plantaron y atendieron seis

especies con resultados discretos. A partir de 2007 se observó un incremento sostenido de la producción, que se hizo más significativo a partir de 2008, cuando se alcanzó una producción total de viandas de 9944 kg, 2,7 veces superior a lo producido durante 2006. En 2008 se introdujo en los patios el cultivo del ñame (*Foto 1*), que contribuyó a mantener la tendencia al incremento productivo durante los años siguientes, y en 2010 se logró la mayor producción con 12 264 kg de alimentos de calidad, para una producción total de 42 779 kg de viandas durante los cinco años evaluados.

**Tabla 3. Producción de viandas en patios de viviendas de la comunidad cafetalera Rihito de Matías (2006-2010)**

Cultivos	Nombre científico	U/m	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Boniato	<i>Ipomoea batatas</i> L.	kg	150	710	1940	2004	2009	6813
Malanga	<i>Colocasia antiquorum</i> , Schott.	kg	360	510	742	828	854	3294
Yuca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz subsp.	kg	903	1062	1588	1692	1689	6934
Plátano burro	<i>Musa paradisiaca</i> , L.	kg	1892	1910	2841	2945	2935	12523
Plátano fruta	<i>Musa sapientum</i> , L.	kg	188	340	1173	1676	1777	5154
Plátano vianda	<i>Musa paradisiaca</i> , L.	kg	204	318	1086	1609	1652	4869
Ñame	<i>Discorea</i> sp.	kg	0	0	574	1230	1348	3152
Total		kg	3697	4850	9944	11 984	12 264	42 739





Foto 1. Cultivo de ñame en patios de viviendas de la comunidad cafetalera Rihito de Matías.

### Producción de frutas

El cultivo de las diferentes especies de frutales mantuvo la preferencia de los comunitarios. El incremento de las plantaciones mediante siembras nuevas, la introducción de nuevas especies y variedades promisorias, así como un trabajo de mejora de las plantaciones ya existentes mediante la introducción de tecnologías relacionadas con el manejo agrotécnico y cambios de copa a través del in-

jerto (Foto 2), permitieron un incremento sostenido de la producción durante el período evaluado. La *tabla 4* muestra los resultados a los cinco años evaluados. En 2010 se logró la mayor producción de frutas (13 934 kg), de un total de 45 840 kg producidos en el período evaluado. La guayaba fue el frutal que más creció, alcanzando en 2010 una producción de 3464 kg de fruta fresca.



Foto 2. Cambio de copa realizado a las plantas de frutales existentes en patios de la vivienda de la comunidad cafetalera Rihito de Matías. Izquierda, planta injertada. Derecha, brotación de los injertos realizados.

Tabla 4. Producción de frutales en patios de viviendas de la comunidad cafetalera Rihito de Matías (2006-2010)

Cultivos	Nombre científico	U/m	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	kg	200	344	640	660	1114	2958
Mango	<i>Mangifera indica</i>	kg	677	710	1140	942	1031	4500
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	kg	775	790	910	904	1385	4764
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>	kg	925	904	1200	1134	1282	5445
Limón	<i>Citrus limon</i>	kg	0	0	204	292	1074	1570
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	kg	204	645	2360	2382	3464	9055
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	kg	0	0	50	65	62	177
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	kg	300	565	922	952	1304	4043



Ciruela	<i>Spondias pulpurea</i> L.	kg	100	108	127	104	132	571
Frutabomba	<i>Carica papaya</i> , L.	kg	275	402	810	804	904	3195
Mamoncillo	<i>Melicocca bijuga</i> , L.	kg	150	180	205	202	216	953
Mamey colorado	<i>Calocarpum sapota</i> (Jacq.)	kg	760	864	1500	1405	1402	5931
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	kg	84	90	143	134	102	553
Anón de ojo	<i>Annona squamosa</i> , L.	kg	30	45	64	62	60	261
Grifo oriental	<i>Citrus</i> sp.	kg	300	310	420	432	402	1864
Total		kg	4780	5957	10 695	10 474	13 934	45 840

### Producción de granos y cereales

Con anterioridad a este trabajo, los granos y cereales no se encontraron entre las prioridades de los comunitarios; sin embargo, a partir de 2006 se logró introducir el cultivo del maíz, y en 2007 seis núcleos familiares incluyeron dentro de sus patios al frijol como cultivo. En la *tabla 5* se muestran los resultados productivos donde se observa un crecimiento sostenido de las producciones.

Durante las campañas 2007 y 2008 se obtuvieron producciones que aunque fueron discretas, contribuyeron a la motivación de los comunitarios por los cultivos de estas especies, y a partir de 2008 se produce un incremento productivo, y en 2010 se alcanza la mayor producción de estos renglones (2805 kg), que representa el 43,4 % del total producido durante los cinco años evaluados.

**Tabla 5. Producción de granos y cereales en patios de viviendas de la comunidad cafetalera Rihito de Matías (2006-2010)**

Cultivos	Nombre científico	U/m	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	kg	0	40	84	110	240	474
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	kg	83	323	1252	1764	2565	5987
Total		kg	83	363	1336	1874	2805	6461

En general, durante los cinco años evaluados la producción de viandas, vegetales, granos y cereales procedentes de los patios de las viviendas (*Tabla 6*) creció de forma sostenida. La producción total alcanzó el mayor valor en 2010 (31,76 t) para un total general de producción de 104,915 t de productos agrícolas durante los cinco años evaluados. El salto productivo se produce en lo fundamental por el interés creciente mostrado por los pobladores por introducir cultivos en los patios de sus viviendas como alternativa para diversificar la producción y obtener *in situ* alimentos de calidad (*Foto 3*). En la *fig. 1* se observa la tendencia a la incorporación de patios a la producción de cada uno de los cultivos. Al comparar estos resultados con la situación que existía en la

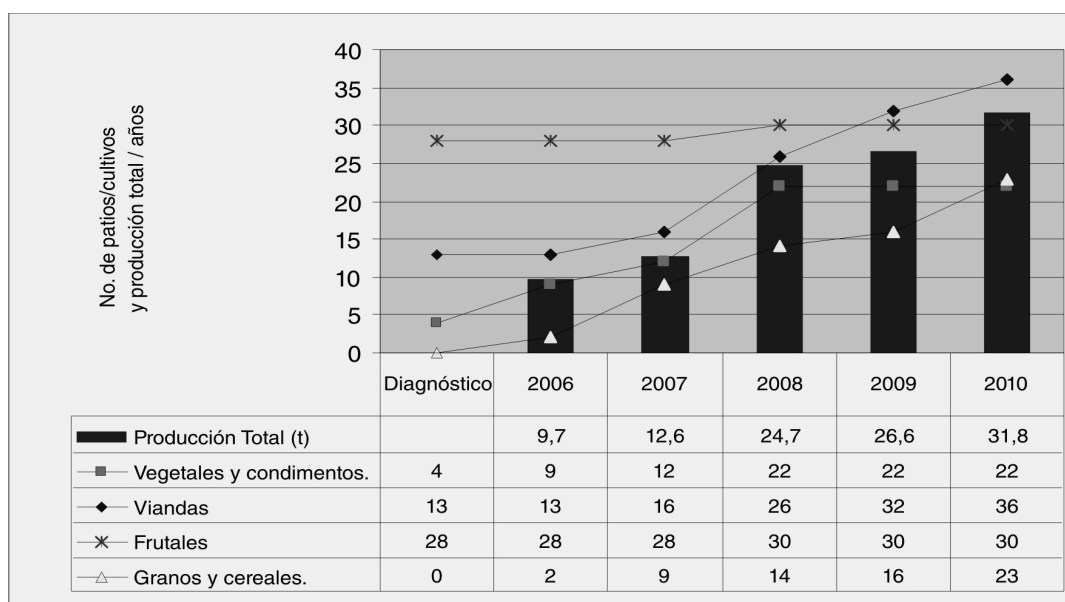
comunidad en el momento del diagnóstico, se observa que las viandas y los granos y cereales mantienen una tendencia creciente a la inclusión de estos cultivos en los patios por parte de los pobladores. No obstante, se demuestra además el interés mostrado por los pobladores por incluir en sus patios el cultivo de vegetales, si se tiene en cuenta que a partir de 2008 en 22 patios de viviendas se logra producir vegetales y condimentos. Lacki (2010) se refiere a que existen potencialidades que permiten generar las riquezas necesarias para autofinanciar el desarrollo agrícola y eliminar el subdesarrollo rural, así como los métodos y medios eficaces y de bajísimo costo para hacer una agricultura más eficiente y productiva.

**Tabla 6. Resumen de la producción de granos y cereales, vegetales, viandas y frutales en patios de viviendas de la comunidad**

Tipo de cultivo	U/M	Período evaluado					
		2006	2007	2008	2009	2010	Total
Vegetales y condimentos	t	1,121	1,459	2,713	2,271	2,757	10,321
Viandas	t	3,697	4,850	9,944	11,984	12,264	42,739
Frutales	t	4,780	5,957	10,695	10,474	13,934	45,840
Granos y cereales	t	0,083	0,363	1,336	1,874	2,805	6,015
Total	t	9,598	12,266	24,688	26,603	31,760	104,915



**Foto 3.** Producción de alimentos en patios de viviendas. Izquierda, patio de la vivienda del comunitario Alberto Vázquez. Derecha, patio de la vivienda del comunitario Alexis Anazco.



**Fig. 1.** Incorporación de patios de viviendas a la producción de alimentos. Estado comparativo con el diagnóstico inicial.

La diversidad es otro de los aspectos tratados durante la implementación y desarrollo de la agricultura familiar en patios de viviendas de la comunidad cafetalera Rihito de Matías. Un análisis del resultado durante 2010, al compararlos con el resultado del diagnóstico inicial realizado como antesala a este trabajo (Fig. 2), muestra que en 2010 se cultivaron en las condiciones antes señaladas 39 especies de plantas que en Cuba clasifican como granos y cereales, vegetales, viandas o frutales. Esta cifra es muy superior a lo encontrado en el diagnóstico realizado en la comunidad durante 2006 (23 especies). De las 16 nuevas especies de plantas introducidas como cultivos por los comunitarios, los vegetales fueron los más representativos con la inclusión

de 11 especies. Otro de los aspectos positivos es la inserción en los patios de las viviendas de los cultivos de maíz y frijol como cereal y grano, respectivamente, considerados como cultivos claves para mejorar las condiciones alimentarias de los pobladores de la comunidad. Funes-Monsote (2009), citado por Márquez y col. (2011), insisten en la diversificación para lograr un alto grado de autosuficiencia al referirse a zonas donde el acceso a los mercados es limitado y los ingresos son insuficientes, y agregan además la necesidad de considerar la capacidad de los agroecosistemas para suplir los requerimientos nutricionales de las personas de manera sostenible en el tiempo, como otra de las dimensiones relevantes en la producción agropecuaria.

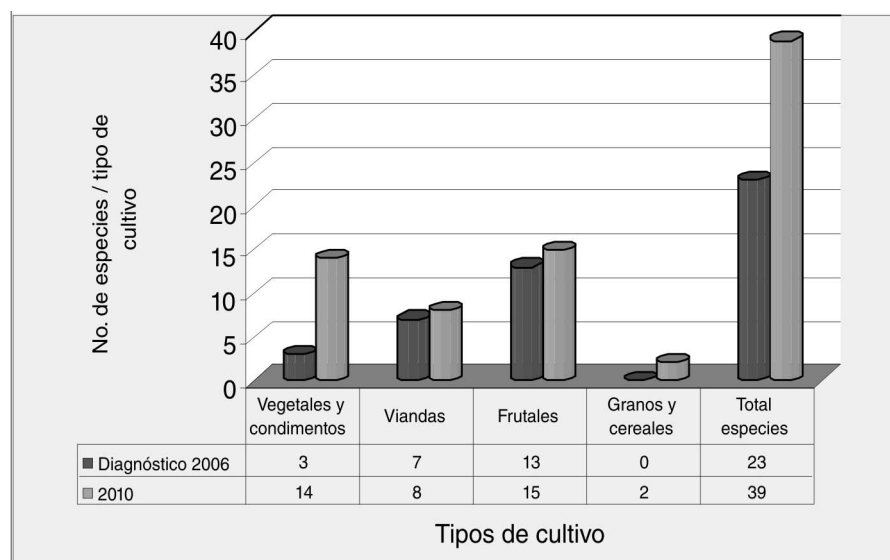


Fig. 2. Estado comparativo de la diversidad de los cultivos establecidos en los patios de las viviendas con relación al diagnóstico inicial realizado durante 2006.

## Conclusiones

- Con la implementación de la agricultura familiar en patios de viviendas en la comunidad cafetalera Rihito de Matías se establecieron 39 especies vegetales y se produjeron 104,9 t de alimentos de calidad.
- La implementación del programa de transformación y la introducción de nuevas prácticas agrícolas contribuyeron al incremento y la diversificación de la producción de alimentos en patios de viviendas de Rihito de Matías.

## Bibliografía

- Cuba: Instructivo Técnico Para las fincas integrales de frutales. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. ACTAF Primera edic. 19 Pp. 2011.
- Duicela, L. A.: *Diversificación agroproductiva. Manejo sostenible de fincas cafetaleras. Consejo cafetalero Nacional.* – Asociación Nacional de exportadores de café. Fondo común para los productos básicos. Primera edición- Ecuador, Pp. 187-190, 2011.

Fernández y col.: Diagnóstico de la comunidad. En: *Salida Parcial 01, Informe parcial de salida del proyecto Protección del Valle de Rihito*, Fondo Nacional de Medio Ambiente. Cuba. 60 Pp., 2006.

Gamboa, Lorena y María C. Criollo: Forestería análoga y su rol en la recuperación de ecosistemas y el cambio climático. *Revista de Agroecología*, 27(2): 8 – 12, 2011.

García María F.: *Técnicas de organización y producción Rural*. Enciclopedia Científica para el Fomento Agrario. ISBN 978-9974-8170-3-6: Uruguay, 2011.

Lacki, Polan: “El agro padece por falta de conocimientos útiles pero los educadores cierran los ojos y se lavan

las manos.” Disponible en: <http://www.polanlacki.com.br/agroesp>, 2010.

Márquez, S. M.; Funez, F. y N. Valdés: Experiencias agroecológicas locales en el municipio La Palma como modelo para el sistema alimentario Cubano. *Revista de Agroecología*, 27(3): 16-18, 2011.

MINAG. Ministerio de la Agricultura: Política del Café y el Cacao de la República de Cuba. [Manuscrito]. La Habana, Cuba, 10 pp., 2012.

Navarro Délira e I. Fernández: Estrategia de capacitación medio ambiental en una comunidad montañosa de Santiago de Cuba. *Café Cacao*, 11(1): 45-52, 2012.



## Actualización y automatización de la metodología para confeccionar el programa de desarrollo de café<sup>1</sup>

Rafael Pichardo-Aldana\*, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría\*, Pascual Caro-Cayado\*, José Antonio González-Labrada\*\* y Wilfredo Díaz-Hernández\*

---

### Resumen

*El trabajo se desarrolló durante 2015, en la Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal de Tercer Frente y consistió en actualizar el diseño concebido en 2008, que tuvo como antecedente la realización de los Planes Perspectivos, para la elaboración y actualización del Programa de Desarrollo Cafetalero, se incorpora al mismo la opción automatizada de los cálculos, al considerar el actual proceso de informatización de la sociedad cubana, al que no es ajeno el Ministerio de la Agricultura, y debido a la necesidad de crear y aplicar herramientas para el empleo de la computación, en los procesos de planificación y control en la cadena productiva del café. Se programó del cálculo asistido por computadora mediante hojas de cálculo utilizando el Excel, del paquete Microsoft Office. Con el uso de estas herramientas se logra un ahorro considerable de recursos y capital humano, aumento de la eficiencia y fiabilidad de los cálculos. Es posible además almacenar la información para la consolidación a nivel de formas de organización de la producción, Centros de Gestión, empresas, provincia y nación.*

**Palabras clave:** automatización, reordenamiento cafetalero, desarrollo cafetalero.

### Abstract

*The work was developed during the year 2015, in the Technological Scientific Unit of Base Estación Experimental Agro-Forestal of III Frente and it consisted on modernizing the design conceived in the year 2008 that had as antecedent the realization of the Perspective Planes, for the elaboration and bring up to date of the Program of Coffee Development, was incorporates to the same one the automated option of the calculations, when considering the current process of informatization of the Cuban society, to which is not other people's the Ministry of the Agriculture, and due to the necessity of to create and to apply tools for the employment of the calculation, in the processes of planning and control in the productive chain of the coffee. It was programmed of the calculation attended by computer by means of calculation leaves using the Excel, of the Microsoft Office package. With the use of these tools it is achieved a considerable saving of resources and human capital, increase of the efficiency and reliability of the calculations. It is possible also to store the information for the consolidation at level in ways of organization of the production, Centers of Administration, companies, county and nation.*

**Key words:** automation, coffee reordering, coffee development.

<sup>1</sup> Recibido: 7/3/2016

Aprobado: 19/5/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, INAF, Santiago de Cuba. [agrotecnia4@tercerfrente.inaf.co.cu](mailto:agrotecnia4@tercerfrente.inaf.co.cu)

\*\* Grupo Empresarial Agro-Forestal. Jefe de Producción de la Dirección de Café, Cacao y Coco. [ccbp2@geam.minag.cu](mailto:ccbp2@geam.minag.cu)

## Introducción

El café se introdujo en Cuba en 1748 y ha constituido uno de los cultivos fundamentales de nuestra cultura agraria. Es de importancia para la economía de las comunidades en las zonas montañosas y para el consumo de la población cubana. En los últimos años ha disminuido significativamente su producción y los rendimientos debido a la combinación de factores edafoclimáticos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales, entre otros (MINAG, 1999).

La elaboración de un Programa de Desarrollo (MINAG, 2016) establece las líneas de la caficultura cubana en función de las tendencias del contexto y las demandas de la cadena productiva, en correspondencia con los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, en especial el 194, que plantea «Impulsar el desarrollo de las actividades cafetalera, apícola, del cacao y otros rubros, para contribuir a la recuperación gradual de los fondos exportables tradicionales de la actividad agropecuaria...».

Este debe ser elaborado desde la base, con la participación de productores, técnicos y directivos del sistema y de actores externos relevantes, y ser sometido sucesivamente al dictamen de los Consejos Técnico-Asesores en los niveles de empresas, provincia y nación, así como al Consejo Científico del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) para ser avalado por este órgano.

El objetivo de este trabajo es lograr que se constituya en una herramienta básica para la toma de decisiones, y para implementar el proceso de dirección tanto a nivel de productor como a nivel de base productiva y empresas, ya que la elaboración del Programa de Desarrollo Cafetalero requiere el uso de información verídica, teniendo en cuenta los criterios técnicos para el establecimiento y manejo de las plantaciones, de manera que se pueda lograr en ellas el máximo potencial productivo, con márgenes razonables de utilidad económica. Se ha indicado la actualización 2016-2020, desde el nivel de finca (productor a productor), para lo que se diseñaron los modelos correspondiente, y que formarán parte del expediente del productor.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la Unidad Científico-Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Fores-

tal de Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba durante 2015, que consistió en actualizar el diseño concebido en 2008, que tuvo como antecedente la realización de los Planes Perspectivos, para la elaboración y actualización del Programa de Desarrollo Cafetalero y lograr que se constituya en una herramienta básica para la toma de decisiones, e implementar el proceso de dirección a nivel de productor, de base productiva y empresas.

El diseño del Programa de Desarrollo Cafetalero, implica la ejecución de un volumen alto de cálculos, relacionados con el balance de áreas, la necesidad de posturas, materia orgánica, semillas, aplicación de tecnologías, insumos, fuerza de trabajo, balance de animales de trabajo, producción, rendimientos, entre otros, que pueden ser calculados convenientemente si se manejan las tecnologías, los índices establecidos en cada caso y los volúmenes de áreas que serán fomentadas como siembras nuevas, renovadas y/o rehabilitadas. El empleo de modelos preestablecidos, simplifica el trabajo, hace más rápida la conformación del programa, y se puede actualizar cada año en dependencia de la ejecución del mismo.

La carátula (*Fig. 1*) identifica y caracteriza al productor para el completamiento de los datos referidos a las áreas se tendrá en cuenta que coincidan con el Certificado de Tenedor inscripto en el Registro de la Tierra, y con la información estadística que se emite a la Oficina Municipal de Estadística e Información (modelo 247), y los controles existentes en la base productiva y la Empresa Agro-Forestal. Para la información referida a lluvias, temperatura y altura, se solicitarán los datos al Servicio Meteorológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, las Empresas de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, o a la Dirección de Técnica y Desarrollo de la Empresa Agro-Forestal a la que está vinculada la entidad y de la cual es miembro el productor.

Se rellenará con la información del cierre del año anterior al año base (31/12), que debe estar disponible desde junio de ese propio año cuando se realiza el inventario de plantación, previo a la realización del Estimado Estadístico Matemático, y registrada en el Historial de Campo, que también forma parte del Expediente del Productor.



<b>PROGRAMA DE DESARROLLO CAFETALERO</b> <b>2015-2020</b>		
Productor: _____		
Unidad de base productiva: _____		
Empresa: _____		
Municipio: _____ Provincia: _____		
<b>Fecha de elaboración:</b> _____		
Área total de la Unidad (ha): _____	De ella con café (ha): _____	Apta para café (ha): _____
Promedio de lluvia anual (mm): _____	Temperatura promedio (°C): _____	Altura sobre el nivel del mar (m): _____
Meses más lluviosos: _____	Meses más calurosos: _____	Disponibilidad de agua: Río _____
Meses más secos: _____	Meses más fríos: _____	Pozo _____ Presa _____ Manantial _____

Fig. 1. Carátula.

En la tabla 1 se muestra el modelo 1, en el cual de cada campo en orden consecutivo, se consignarán el nombre que lo identifica, el área en hectáreas, la variedad, el porcentaje de población, su estado fisiológico clasificándolo como (Bueno, Regular o Malo), la edad en años (tener en cuenta que las áreas que son rehabilitadas, continúan acumulando años de edad, y solo parten del primer año, las renovaciones o siembras nuevas), en las columnas correspondiente a las transformaciones se especificará el año en que esta se realizará, si el campo se fuera a rehabilitar o renovar por partes, y no en su totalidad, entonces es necesario hacer una subdivisión del mismo, y especificar el área que corresponderá a cada año en cuestión. En el caso de las siembras nuevas, se especificarán los datos correspondientes al número consecutivo, el nombre que identificará el campo, el área, la variedad y el año en que se ejecutará la misma. El área final en hectáreas se obtendrá restando al área inicial, el área que se destina a otros usos o añadiendo las que se incrementen, según sea el caso. Si durante la renovación está previsto cambiar la variedad establecida, se consignará en la última columna del modelo. En las rehabilitaciones, como norma se debe mantener la misma variedad. Se tendrá cuidado de que el total de área coincida con el dato asentado en la carátula, y se separará el café arábigo del robusta, para facilitar el

proceso posterior de elaboración del Balance de Áreas. En el modelo en formato digital se añadió una columna para incluir las áreas que serán tecnificadas.

Para facilitar la elaboración automatizada del programa, se introduce con el empleo de la herramienta Excel, del paquete Microsoft Office, (Introducción al Excel 7.0) (MINAG, 2007) una hoja de cálculo (Programa de Tecnologías), en las que a partir de un índice estimado de rendimiento en cada una de ellas, se obtienen los volúmenes de producción de cada cosecha, y se hace finalmente un resumen con varios indicadores por especie (arábigo y robusta), con una proyección hasta diez años, que se acompaña de un gráfico, que permite visualizar los resultados que serán obtenidos.

La clasificación de las plantaciones se realizará sobre la base de cinco tecnologías. Según Caro (2015), los principios sobre los que se basan las mismas son el suelo como elemento fundamental, el clima atendiendo a las variables lluvia y temperatura y el estado fisiológico de la plantación.

**1. Mantenimiento:** Se ubicará en esta tecnología a las plantaciones que están en suelos aptos que serán sometidas a renovación, pero por no poder realizarse a todas las que necesitan esta tecnología al mismo tiempo estarán en espera. A estas se les darán las

o despoblación necesitan ser sustituidas por una nueva. Los rendimientos que registran son de 68 a 100 kg/ha de café oro. Posteriormente serán rehabilitadas.

- Siembras nuevas* (plantaciones): Se realizará en los sitios que no están ocupados por café y tienen condiciones para establecer este cultivo.

**Tabla 1**  
**MODELO 1. PROGRAMA DE TRANSFORMACIÓN DE LAS ÁREAS.**

[illegible]

Cada caso comprende un Paquete Tecnológico en el que se incluyen todas las alternativas: sistema de poda, renovación total o combinada, labores de manejo, y se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

–*Tecnología para el mantenimiento.* Plantación en suelo apto para el cultivo, pero al no poder realizarse todas las labores que exige el cultivo al mismo tiempo, es decir, tecnificar, rehabilitar o renovar, estarán en espera

hasta que se tengan las condiciones financieras y productivas para ejecutar las mismas.

–*Tecnología para la tecnificación de plantaciones.* Las plantaciones en producción con bajos rendimientos, que por su edad y estado fisiológico de las plantas no requieren ser renovadas, deben ser sometidas a un proceso de tecnificación.

- La plantación debe estar sustentada en suelo apto para el cultivo:
- Debe tener la cantidad de plantas que corresponde según marco de plantación.
- Existir un exceso o falta de sombra.
- Falta de fertilización.
- Incumplimiento del plan de labores agrotécnicas.
- Que se haya producido un fuerte ataque de plagas.
- Otros hechos que motiven la baja productividad. Erosión.

–*Tecnología de rehabilitación por medio de la poda.* Es la transformación de un cafetal con bajos

rendimientos en una plantación productiva. En ella se conjuga el rejuvenecimiento total de la copa y el completamiento de la población (sellaje) del campo. En términos económicos es una reparación capitalizable de la plantación.

- Plantación sustentada en suelo apto para el cultivo.
- Plantas con troncos vigorosos y sanos.
- Menor de 15 años de edad.
- Despoblación (física y económica) menor del 30 %.
- Pérdida de hasta el 50 % del área productiva de las plantas.

Las plantaciones nuevas y las que son sometidas a la tecnología de renovación comienzan a producir en el tercer año de plantado para los arábigos y en el cuarto para el robusta, y la rehabilitación al segundo año de efectuarla en ambas especies. Los rendimientos propuestos a lograr con cada una de las tecnologías se ubican a continuación (Tablas 2 y 3):

**Tabla 2. Para café Arábico**

ÍNDICES EMPLEADOS PARA CALCULAR LA PRODUCCIÓN POR Año U.M: t/ha									
Tecnologías	C O S E C H A S								
	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Mantenimiento	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	RENOVAR			
Tecnificación	0,27	0,38	0,38	0,38	0,27	REHABILITAR			
Rehabilitación	0,21	0,27	0,38	0,21	RENOVAR				
Renovación, Siembras Nuevas y Fomento	0,21	0,27	0,45	0,70	0,60	0,45	0,40	0,30	REHABILITAR

**Tabla 3. Para café Robusta**

ÍNDICES EMPLEADOS PARA CALCULAR LA PRODUCCIÓN POR Año U.M: t/ha									
Tecnologías	C O S E C H A S								
	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	
Mantenimiento	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	RENOVAR			
Tecnificación	0,27	0,38	0,38	0,38	0,27	REHABILITAR			
Rehabilitación	0,25	0,28	0,46	0,50	RENOVAR				
Renovación, Siembras Nuevas y Fomento	0,21	0,27	0,45	0,70	0,60	0,45	0,40	0,30	REHABILITAR

Estos índices se elaboran teniendo en consideración los rendimientos promedios en cada una de las tecnologías, pero pueden ser variados según los

datos históricos, la experiencia práctica y los resultados obtenidos en cada zona y lugar. Se establece como premisa para la proyección, que las áreas en

mantenimiento pasen a renovación, y las que están en tecnificación pasen a rehabilitación después de cinco cosechas que las áreas rehabilitadas, se renuevan luego de la cuarta cosecha y las siembras nuevas, los fomentos y renovaciones se rehabilitan luego de la octava cosecha. La decisión final en cada caso de-

penderá de un diagnóstico que se hará a las plantaciones, por lo que el programa se actualizará cada año. Se muestra un ejemplo de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Las Calabazas, en la Empresa Agro-Forestal Sierra Cristal, Segundo Frente (Tablas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14).

Tabla 4. Ejemplo para colocar los datos del balance de áreas

BALANCE DE ÁREAS										
Áreas Existentes (ha)	Total	a) En Producción:	1,34	b) En Desarrollo:		10,06	c) En Rehabilitación:			
31/12				1er año		2,22	1er año			
Año Base				2do año		6,88	2do año			
	3er año			1,96						
TIEMPO →	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	5to Año	6to Año	7mo Año	8vo Año	9no Año	10mo Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ÁREA TOTAL POR AÑO (1ro/01)	11,40	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85

En las celdas coloreadas, y tomando los datos del modelo 1. Programa de Transformación de Áreas, se ubicarán las áreas en producción, las áreas en desarrollo hasta el tercer año en el Árábico y el cuarto en el Robusta, y las áreas en rehabilitación primero y segundo año.

Las áreas en Mantenimiento se calcularán de forma automática, por lo que no habrá que colocar ningún dato en estas celdas. Se cuidará que en estas no se reflejen valores negativos, por excederse en los volúmenes de áreas en que se aplican el resto de las tecnologías (Tabla 5).

Tabla 5. Ejemplo para colocar los datos del mantenimiento de áreas

PROGRAMA de TECNOLOGÍA y PRODUCCIÓN por AÑO de EJECUCIÓN																
MANTENIMIENTO																
TIEMPO →	1er Año		2do Año		3er Año		4to Año		5to Año		6to Año		7mo Año		8vo Año	
	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Área y Produc. Bajo Tecnología / Año →	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.
ÁREA TOTAL																

Las áreas en Tecnificación se ubicarán en las celdas correspondientes (las que están coloreadas), en la fila Área y Producción Bajo Tecnología / Año → y hasta el quinto año, teniendo en cuenta las que cumplen los requisitos para esta tecnología, y que no serán renovadas ni rehabilitadas hasta la quinta cose-

cha. Según el índice de rendimiento, se calcularán las producciones a obtener en toneladas. Solo es posible ubicar datos en las celdas coloreadas, pues el resto están bloqueadas para impedirlo. Se cuidará que las áreas no sean tecnificadas y rehabilitadas en el mismo año (Tabla 6).

Tabla 6. Ejemplo para colocar los datos de la tecnificación de áreas

TECNIFICACIÓN																
TIEMPO →	1er Año		2do Año		3er Año		4to Año		5to Año		6to Año		7mo Año		8vo Año	
	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Área y Produc. Bajo Tecnología / Año →	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.
ÁREA TOTAL	1,34	0,36	1,34	0,51	1,34	0,51										

Se ubicaran desde 2015 y hasta 2020 (en los dos últimos años se añade el dato a la fórmula existente), en la fila Área a RENOVAR/Año →, las áreas que serán renovadas, a partir de esta fecha, se calculan de manera automática. En la tabla se muestra el año en

que las áreas renovadas se incorporan a producción, y según el índice de rendimiento, los volúmenes de producción en toneladas, que se obtendrán en cada cosecha, y las áreas y producción bajo esta tecnología, por año (Tabla 7).

**Tabla 7. Ejemplo para colocar los datos de renovación de áreas**

RENOVACIÓN																
TIEMPO →	1er Año		2do Año		3er Año		4to Año		5to Año		6to Año		7mo Año		8vo Año	
	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Área y Produc./ Año →	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.
Área a RENOVAR/Año →																1,34
COSECHA ↓																
1ra Cosecha																
2da Cosecha																
3ra Cosecha																
4ta Cosecha																
5ta Cosecha																
6ta Cosecha																
7ma Cosecha																
8va Cosecha																
Área y Produc. Bajo Tecnología / Año →																
ÁREA TOTAL																1,34

Se ubicarán desde 2015 y hasta 2022 (en los últimos años se añade el dato a la fórmula existente), en la fila Área a REHABILITAR/Año →, las áreas que serán rehabilitadas, a partir de esta fecha, se calculan de manera automática. En la tabla se muestra el año en que las áreas rehabilitadas se incorporan a

producción, y según el índice de rendimiento, los volúmenes de producción en toneladas que se obtendrán en cada cosecha y las áreas y producción bajo esta tecnología por año. Las áreas que serán rehabilitadas pueden estar en tecnificación hasta el año antes de ser sometidas a esta tecnología (Tabla 8).

**Tabla 8. Ejemplo para colocar los datos de rehabilitación**

REHABILITACIÓN																
TIEMPO →	1er Año		2do Año		3er Año		4to Año		5to Año		6to Año		7mo Año		8vo Año	
	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Área y Produc./ Año →	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.
Área a REHABILITAR/Año →							1,34								1,96	5,88
COSECHA ↓																
1ra Cosecha											1,34	0,28				
2da Cosecha													1,34	0,36		
3ra Cosecha															1,34	0,51
4ta Cosecha																1,34
Área y Produc. Bajo Tecnología / Año →											1,34	0,28	1,34	0,36	1,34	0,51
ÁREA TOTAL							1,34		1,34		1,34		1,34		3,30	7,84

La tabla Fomentos se calcula de manera automática, y muestra el comportamiento de las áreas que estaban en desarrollo al comenzar la ejecución del programa, y de las

siembras nuevas que se ejecuten, en lo referido al momento en que se incorporan a cosecha, y los volúmenes de producción que se obtienen en cada una de ellas (Tabla 9).

Tabla 9. Ejemplo para colocar los datos de fomentos de áreas

FOMENTOS																				
TIEMPO →	1er Año		2do Año		3er Año		4to Año		5to Año		6to Año		7mo Año		8vo Año		9no Año		10mo Año	
	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Área y Produc./ Año→	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.	ha	ton.
1ra Cosecha	1,96	0,41	5,88	1,23	2,22	0,47	1,45	0,30												
2da Cosecha			1,96	0,53	5,88	1,59	2,22	0,60	1,45	0,39										
3ra Cosecha					1,96	0,88	5,88	2,65	2,22	1,00	1,45	0,65								
4ta Cosecha							1,96	1,37	5,88	4,12	2,22	1,55	1,45	1,02						
5ta Cosecha									1,96	1,18	5,88	3,53	2,22	1,33	1,45	0,87				
6ta Cosecha											1,96	0,88	5,88	2,65	2,22	1,00	1,45	0,65		
7ma Cosecha													1,96	0,78	5,88	2,35	2,22	0,89	1,45	0,58
8va Cosecha															1,96	0,59	5,88	1,76	2,22	0,67
Área y Produc. Bajo Tecnología / Año→	1,96	0,41	7,84	1,76	10,06	2,94	11,51	4,92	11,51	6,68	11,51	6,62	11,51	5,78	11,51	4,81	9,55	3,30	3,67	1,25
ÁREA TOTAL	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	11,51	👤👤👤👤	9,55	👤👤👤👤	3,67	👤👤👤👤

Se ubicarán en las celdas coloreadas, en la fila Área / Año →, los volúmenes de áreas, que según modelo 1. Programa de Transformación de Área, se vayan a destinar a Otros Usos, las que se desconta-

rán automáticamente de las áreas en Mantenimiento, ya que como norma, no se destinarán a otros usos, áreas en desarrollo, renovadas, rehabilitadas o siembras nuevas.

Tabla 10. Ejemplo para colocar los datos de demolición por cambio de uso de las áreas

DEMOLICIÓN POR CAMBIO DE USO										
TIEMPO →	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	5to Año	6to Año	7mo Año	8vo Año	9no Año	10mo Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Área / Año→	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
ÁREA TOTAL										

Se ubicaran en las celdas coloreadas, en la fila Área / Año →, los volúmenes de áreas, en que según modelo 1. Programa de Transformación de Área, se vayan a realizar siembras nuevas, las que se añadirán al balance de áreas. Cuando en un campo se vaya a cambiar la espe-

cie (arábico por robusta o viceversa), se ubicará como Demolición por Cambio de Uso en el año que corresponda en la especie que se quita y se incorporará ese mismo año como Siembras Nuevas en la especie que se establecerá.

Tabla 11. Ejemplo para colocar los datos de siembras nuevas de las áreas

SIEMBRAS NUEVAS										
TIEMPO →	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	5to Año	6to Año	7mo Año	8vo Año	9no Año	10mo Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Área / Año→	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
ÁREA TOTAL	1,45									

Finalmente se genera un Resumen, en el que se muestran un grupo de indicadores, como las áreas en producción por año, la producción en toneladas, el rendimiento agrícola, y comparaciones en el rendimiento y la producción con los años anteriores y el primer año de ejecución del programa, así como el por ciento (%) de áreas que se encuentra en

transformación en cada año. Si los resultados obtenidos desde el punto de vista productivo no son satisfactorios, se buscarán variantes de manejo en el Programa de Transformación de las Áreas que resuelvan esta situación, para evitar afectaciones económicas al productor, a la entidad y que se logren los crecimientos previstos.



Tabla 12. Ejemplo para hacer el resumen de las áreas

RESUMEN										
TIEMPO →	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	5to Año	6to Año	7mo Año	8vo Año	9no Año	10mo Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
AREA TOTAL POR AÑO (31/12)	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85
AREAS, PRODUCCION Y RENDIMIENTO										
TIEMPO →	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	5to Año	6to Año	7mo Año	8vo Año	9no Año	10mo Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Area en Produc./ Año (31/12)→	3,30	9,18	11,40	11,51	11,51	12,85	12,85	12,85	10,89	3,67
TONELADAS →	0,77	2,27	3,45	4,92	6,68	6,90	6,14	5,32	3,59	1,25
Rend. (T/ha)/ Año→	0,23	0,25	0,30	0,43	0,58	0,54	0,48	0,41	0,33	0,34
% / Año anterior		293,92	151,55	142,87	135,77	103,22	89,00	86,63	67,43	34,75
% / 1er Año		293,92	445,44	636,40	864,04	891,89	793,74	687,64	463,65	161,11
Dif/Año anterior (t)		1,50	1,17	1,48	1,76	0,22	-0,76	-0,82	-1,73	-2,34
Dif/1er Año (t)		1,50	2,67	4,15	5,91	6,12	5,37	4,54	2,81	0,47
% en Transformacion	63	17		10					15	56
	→SUPERIOR AL 15 %		→ADECUADO		→inferior al 15 %					

Las tablas 13 y 14, que aparecen a continuación, muestran el volumen de áreas que se encuentran sometidas a cada tecnología por año de ejecución del

programa, y el manejo que se aplica. De esta se obtienen los datos para rellenar el modelo 2. Balance de Áreas por Años.

Tabla 13. Ejemplo para colocar los datos de volumen de áreas y cada tecnología

Hectareas Bajo Tecnologia Aplicada / Año										
Año del Proyecto →	1ro.	2do.	3ro.	4to.	5to.	6to.	7mo.	8vo.	9no.	10mo.
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mantenimiento										
Tecnificación	1,34	1,34	1,34							
Renovación										1,34
Rehabilitación				1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	3,30	7,84
Fomento	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	9,55	3,67
Area Total	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85

Tabla 14. Ejemplo para colocar los datos del manejo a aplicar a las áreas por año

Manejo a Aplicar a las Plantaciones por Años										
Indicadores	Años									
	1ro.	2do.	3ro.	4to.	5to.	6to.	7mo.	8vo.	9no.	10mo.
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Tecnificación	1,34	1,34	1,34							
Renovación										1,34
Rehabilitación				1,34					1,96	5,88
Demolición por cambio de uso										
Siembras nuevas	1,45									
Área Total	2,79	1,34	1,34	1,34					1,96	7,22

El modelo 2. Balance de Área por Año, se genera automáticamente, y solo tendrá que asentar en la Estructura Varietal las áreas existentes por cada variedad al

inicio y final del programa, e igualmente las Estructuras por rango de edades, excepto las de menos de tres años, que se calculan de manera automática (Tabla 15).

**Tabla 15**

**MODELO 2. BALANCE DE ÁREAS POR AÑO. ARÁBICO**

No	CONCEPTO	Año 2015	Proyección por año				
			2016	2017	2018	2019	2020
1	Área existente 1ro/Enero						
2	a) En producción						
3	b) En desarrollo:						
4	- 1 año						
5	- 2 años						
6	- 3 años						
7	c) En rehabilitación:						
8	- 1 año						
9	- 2 años						
10	Demolición por cambio de uso						
11	Demolición por renovación						
12	Rehabilitación en el año						
13	Siembras totales en el año						
14	- en áreas nuevas						
15	- por renovación						

**Estructura varietal:**

Variedad	Área existente (ha)	
	2015	2020

**MODELO 2. BALANCE DE ÁREAS POR AÑO. ROBUSTA**

No	CONCEPTO	Año 2015	Proyección por año				
			2016	2017	2018	2019	2020
1	Área existente 1ro/Enero						
2	a) En producción						
3	b) En desarrollo:						
4	- 1 año						
5	- 2 años						
6	- 3 años						
7	- 4 años						
8	c) En rehabilitación:						
9	- 1 año						
10	- 2 años						
11	Demolición por cambio de uso						
12	Demolición por renovación						
13	Rehabilitación en el año						
14	Siembras totales en el año						
15	- en áreas nuevas						
16	- por renovación						

**Estructura por edades:**

EDAD	Área existente (ha)	
	2015	2020
Menos de 3 años		
4-8 años		
9-12 años		
13-20 años		
20-30 años		
Más de 30 años		

El modelo 3. Proyección de la Producción y los Destinos igualmente se genera automáticamente, solo deberá ubicar el autoconsumo por año en caso de que lo tenga autorizado (Cooperativas de Créditos y Servicios y Cooperativas de Producción Agropecuaria), y si tiene Bancos de Semillas Certificada o Fiscalizada, los volúmenes de la producción que se destinarán a este fin.

El rendimiento industrial se pondrá en por ciento (%), este dato se debe obtener en los Centros de Beneficio Húmedo, en donde se comercializa el café cereza de la finca. En la Categorización de las áreas según el ren-

dimiento, se ubicarán por categorías, al inicio y al final del programa, para cada especie, calculándose el total automáticamente.

En los modelos 4 y 5. Producción de Posturas, se calculan las necesidades para la siembra y la resiembra, se debe inscribir la cantidad de viveros con que se contará en cada año de ejecución del programa, y la cantidad de posturas que pueden producir, calculándose el déficit a partir de estos datos. Igualmente en la materia orgánica, se calculará la necesidad y se ubicará la cantidad a producir, para calcular el déficit (Tabla 16).

Tabla 16

**MODELO 4. PRODUCCIÓN DE POSTURAS.**

CONCEPTO	UM	Año 2015	Proyección por año				
			2016	2017	2018	2019	2020
Posturas necesarias por año	U						
- siembras	U						
- resiembras	U						
Viveros existentes	U						
Capacidad de producción	U						
Déficit de posturas (a solicitar)	U						
Materia orgánica total	t						
- Necesidad	t						
- A producir	t						
- Déficit	t						

**MODELO 5. BALANCE DE ANIMALES DE TRABAJO.**

CONCEPTO	UM	Año 2015	Proyección por año				
			2016	2017	2018	2019	2020
Mulos							
- Necesidad							
- Existencia							
- Déficit							
Bueyes							
- Necesidad							
- Existencia							
- Déficit							
Otros							
- Necesidad							
- Existencia							
- Déficit							

En el modelo 5. Balance de Animales de Trabajo se ubicarán por especies y año las necesidades y las existencias para calcular el déficit.

En el modelo 6. Reparaciones e inversiones que se requieran en la finca se ubicarán por años, las necesidades de despulpadoras manuales, casetas de pesticidas, nave para fertilizantes, albergues para movilizados, sistemas de riego, plantaciones, siembras nuevas para

realizar las demandas de financiamientos, de insumos y de materiales correspondientes.

En el modelo 7. Balance de la fuerza de trabajo se ubicará por año la cantidad de hombres y mujeres, desglosando esta cifra por rango de edades, y ubicando la necesidad, para calcular el déficit a partir de las existencias.

La sumatoria de los PDC productor a productor, generará el de la entidad y la de estas, el de la empresa en cuestión.

Tabla 17

## MODELO 6. REPARACIONES E INVERSIONES QUE SE REQUIERAN EN LA FINCA.

CONCEPTO	UM	Año 2015	Proyección por año				
			2016	2017	2018	2019	2020

## MODELO 7. BALANCE DE FUERZA DE TRABAJO

CONCEPTO	UM	Año 2015	Proyección por año				
			2016	2017	2018	2019	2020
Fuerza total existente							
- Hombres							
- Mujeres							
Cantidad por edad							
- 18 a 35 años							
- 36 a 50 años							
- 51 a 60 años							
- más de 60 años							
Necesidad total							
Déficit							

## ANEXAR OTRAS INFORMACIONES QUE SE CONSIDEREN.

## Resultados y discusión

El procedimiento ahorra un tiempo considerable, así como recursos (materiales de oficina, medios de cálculo), garantiza precisión y fiabilidad en el trabajo, el mismo pudiera usarse a nivel de formas de organización de la producción (Cooperativas de Producción Agropecuarias, Cooperativas de Créditos y Servicios, Unidades Básicas de Producción Cooperativas, Granjas Militares Integrales del EJT), que cuenten con medios de cómputo, en los Centros de Gestión, y en el área de atención a la base productiva, con que cuentan las empresas del Grupo Empresarial Agro-Forestal y de la Unión Agropecuaria Militar, sin que necesariamente el encargado de ejecutar la actividad tenga conocimientos de agrotecnia, y solo lo elemental para el uso de una computadora personal, así mismo en las delegaciones del MINAG, y los gerentes y analizadores de créditos de la banca agropecuaria de BANDEC, encargados de tramitar la solicitud de créditos por parte de los productores.

## Conclusiones

- La implementación acelerada y efectiva del programa automatizado para la elaboración de la documenta-

ción que requiere el reordenamiento cafetalero permite el uso de los beneficios económicos que facilita el país a esta actividad, y la aplicación de los requisitos técnicos que exigen las cartas tecnológicas.

- El empleo de esta herramienta informática contribuye a la búsqueda de vías que simplifiquen trámites y gestiones para de manera rápida y efectiva disponer de los datos necesarios para el otorgamiento de créditos a los productores como condición indispensable para la implementación del programa, atenuando las dificultades que generan el déficit de fuerza técnica calificada a nivel de la base productiva.
- La automatización de los cálculos garantiza un método fiable, rápido, seguro y eficaz, lo que reduce el tiempo y ahorra recursos económicos y capital humano.

## Recomendaciones

1. Que se incluya el procedimiento automatizado en el programa Siscaf , de la EICMA, conformando un paquete  nico.

2. Que se utilice el programa por empresas y formas de producción para detectar posibles insuficiencias y recomendar su solución.

## **Bibliografía**

MINAG: Análisis del cumplimiento de los objetivos de trabajo del año 2015. Grupo Empresarial Agro-Forestal, Dirección de café, cacao y coco. La Habana, febrero de 2016.

MINAG: Introducción al Excel 7.0. Empresa de Informática del Ministerio de la Agricultura. La Habana, 2007.

MINAG: Reenfoque Estratégico Plan Turquino. En: *Versión revisada*. Comisión Nacional del Plan Turquino. MINAG. La Habana, 1999.

Caro, Pascual y col.: Cartilla de Café Ecológico. 2015.



## *Tecnología industrial y preindustrial*

# Fermentación de cacao húmedo en cajas de grandes dimensiones<sup>1</sup>

Wilfredo Lambertt-Lobaina\* y Miguel de la Cruz-Muguercia\*

---

### Resumen

La investigación se realizó en el Centro de Beneficio de la Empresa Agro-Forestal y Cacao Baracoa, provincia de Guantánamo, con la finalidad de evaluar el proceso de fermentación del cacao húmedo en cajas de madera de cedro con capacidad de 6900 kg y 9200 kg de cacao pulpa. Las variantes experimentales fueron: cajas de 12,0 m x 0,8 m x 2,50 m (9200 kg de cacao pulpa (A)); cajas de 1,20 m x 0,75 m x 0,50 m (276 kg de cacao pulpa (B testigo)) y cajas de 12,0 m x 0,6 m x 2,0 m (6900 kg de cacao pulpa (C)). Las cajas de grandes dimensiones (A y C) se construyeron bajo una casa de cultivo tapado de hortalizas sobre una plataforma de madera. El proceso de fermentación se realizó durante seis días. El volteo se hizo cada 24 horas para las cajas pequeñas y 48 horas para las grandes. Se midió la temperatura de la masa diariamente. El cacao fermentado se secó en patio de cemento durante seis días hasta alcanzar entre 6 %-8 % de humedad, y se le determinaron prueba de corte, porcentaje de humedad, peso de 100 granos, porcentaje de testa e índice de fermentación. Se hicieron ocho repeticiones en el tiempo. Se realizaron análisis de proporciones para los resultados de la prueba de corte. Pueden ser empleadas para la fermentación del cacao pulpa, cajas de cedro con dimensiones de 12,0 m x 0,8 m x 2,50 m o 12,0 m x 0,6 m x 2,0 m.

Palabras clave: cacao, cajas de fermentación, prueba de corte, fermentación.

### Abstract

The investigation was carried out in the Benefit Center of the Agro-Forest Enterprise and Cacao Baracoa, Guantánamo province with the purpose of evaluating the fermentation process of the humid cocoa in wooden boxes of cedar with capacity of 6900 kg and 9200 kg of cocoa pulp. The experimental variants were: boxes of 12.0 m x 0.8 m x 2.50 m (9200 kg of cocoa pulp (A)); boxes of 1.20 m x 0.75 m x 0.50 m (276 kg of cocoa pulp (B witness)) and boxes of 12.0 m x 0.6 m x 2.0 m (6900 kg of cocoa pulp (C)). The boxes of big dimensions (A, C) that were built under a house of covered cultivation of vegetables on a wooden platform. The process of fermentation was carried out during 6 days. The turns it was made every 24 hours for the small boxes and 48 hours for the big ones. The temperature of the mass was measured daily. The fermented cocoa dried off in cement yard during 6 days until reaching between 6 % and 8 % of humidity and they were determined: proves of court; percentage of humidity, weight of 100 grains, head percentage and index of fermentation. 8 repetitions were made in the time. Analyses of proportions for the results of the court test were carried out. Can be employees for the fermentation of the cocoa pulp cedar boxes with dimensions of 12.0 m x 0.8 m x 2.50 m or 12.0 m x 0.6 m x 2.0 m.

Key words: cocoa, fermentation boxes, proves of court, fermentation.

<sup>1</sup> Recibido: 7/3/2016

Aprobado: 19/5/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal de Baracoa. mpierra.gtm@infomed.sld.cu



## Introducción

La finalidad del beneficio del cacao es convertirlo en un producto conservable, de fácil transporte y que posea las cualidades de aroma y sabor que le den todo su valor comercial para su posterior utilización en la industria de la alimentación, las grasas y farmacéuticas. Esto se consigue en varias etapas, donde la fermentación y el secado juegan un papel decisivo en la formación de los precursores del aroma y sabor a chocolate (Nosti, 1970 y Ramos, 2004).

La correcta fermentación de los granos frescos del cacao es el resultado de un proceso bioquímico de transformación interna y externa del cotiledón, que da como resultado la remoción de la pulpa externa que cubre el grano, la muerte del embrión, la conservación de los cotiledones y la generación de los precursores del aroma y sabor a chocolate (Rohan, 1964; Nosti, 1970 y Márquez y Aguirre, 2003). El sistema de fermentación a emplear varía con el volumen de producción de la finca, siendo este simple y económico para los volúmenes reducidos, más complejo y costoso para las producciones elevadas (Ramos, 2004). Forsyth y Quesnel (1957), citados por Rohan (1964), plantean como resultado de extensas investigaciones que se pueden utilizar cuatro métodos fundamentales para la fermentación del cacao bruto: plataformas de desecación, cestas de mimbre, montones sobre el suelo encima de una capa de hojas de plátano y sistemas de cajas. Braudeau (1970) y Nosti (1970) mencionan los tres últimos, mientras Paredes y col. (2004) aseguran que la caja de madera es el método más utilizado en Ceilán, Indonesia, Centro y Sur América. En Cuba se utilizan los montones y el sistema de seis cajas de cedro (1,20 m x 0,75 m x 0,50 m) en escalera para facilitar el volteo de la masa (Cuba, 1987; Márquez y Aguirre, 2003 y Sona, 2006, comun. pers.). Las dimensiones de las cajas fermentadoras está en función de la producción que se obtiene en la finca (Garofalo y Potti, 2014 y Paredes, 2003).

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el proceso de fermentación del cacao en cajas con capacidad de 6900 kg y 9200 kg de cacao húmedo.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Centro de Beneficio de Jamal, perteneciente a la Empresa Agro-Forestal y Coco de Baracoa.

Se utilizó una masa de cacao húmedo de primera calidad, la cual se depositó en tres cajas de madera de ce-

dro, tapadas con mantas de polietileno que permitieron la conservación del calor.

Las variantes experimentales fueron:

A. Caja de 12 m x 0,8 m x 2,50 m con capacidad de fermentación de 9200 kg de cacao húmedo.

B. Caja de 1,20 m x 0,75 m x 0,50 m con capacidad de fermentación de 276 kg de cacao húmedo (testigo).

C. Caja de 12 m x 0,6 m x 2,0 m con capacidad de fermentación de 6900 kg de cacao húmedo.

Las cajas de fermentación de grandes dimensiones (variantes A y C) se construyeron bajo una casa de cultivo tapado de hortalizas sobre una plataforma de madera dura (ácana, cuyá y júcaro negro), hecha de tablas de 7,5 cm de espesor con orificios para el drenaje de las mieles de cacao, así como paredes y compuertas con tablas de cedro de 2,5 cm de espesor. La plataforma se suspendió sobre horcones de ocuje debido al desnivel del terreno donde se construyó. Las paredes de la casa se forraron de nailon de polietileno negro al igual que el techo. En el momento de realizar el volteo del cacao, se suben las paredes frontal y trasera.

Las cajas pequeñas se instalaron en un local techado con paredes de cemento utilizando el sistema de seis cajas en escalera para facilitar el volteo.

La fermentación se realizó durante seis días. El volteo se hizo cada 24 horas para las cajas pequeñas (variante B) y 48 horas para las grandes (variantes A y C). Se midió la temperatura de la masa diariamente antes del volteo en el fondo, el centro y la superficie.

El cacao fermentado se secó en patio de cemento durante seis días hasta alcanzar entre 6 %-8 % de humedad, y se le determinaron prueba de corte (NC-ISO 1114, 2006), índices físicos (porcentaje de humedad (NC-ISO 2291, 2006), peso de 100 granos (NC 87-05-06, 1982), porcentaje de testa (Pardo y Enríquez, 1987 y NC 451, 2006) e índice de fermentación (Cros *et al.*, 1982).

Se hicieron ocho repeticiones en el tiempo. Se realizaron análisis de proporciones para los resultados de la prueba de corte, así como observaciones visuales de las cajas de grandes dimensiones.

## Resultados y discusión

La prueba de corte al cacao seco (*Tabla 1*) mostró que en todas las variantes se obtiene un cacao comercial de primera calidad, ya que los granos mohosos, pizarro-

sos y el total de defectos están dentro de los parámetros establecidos por la NC 451 (2006). Del total de defectos

encontrados, las mayores proporciones fueron para los granos violetas.

**Tabla 1. Prueba de corte al cacao seco**

Tratamientos		Granos mohosos	Granos pizarrosos	Granos violetas	Otros defectos	Total de defectos
A	$\bar{X}$	0,50	1,00	11,00	3,75	16,25
	%	3,1	6,1	67,7	23,1	
B	$\bar{X}$	0,25	0,75	8,75	2,50	12,25
	%	2,1	6,1	71,4	20,4	
C	$\bar{X}$	0,50	1,25	10,50	3,00	15,25
	%	3,2	8,2	68,9	19,7	

La evolución de la temperatura en los tratamientos se realizó de forma similar a las curvas teóricas que fueron determinadas por Barel (1995) y Pérez y col.

(2001), con un máximo a las 120 horas, aunque con ligero aumento de los valores en las cajas pequeñas (Fig. 1).

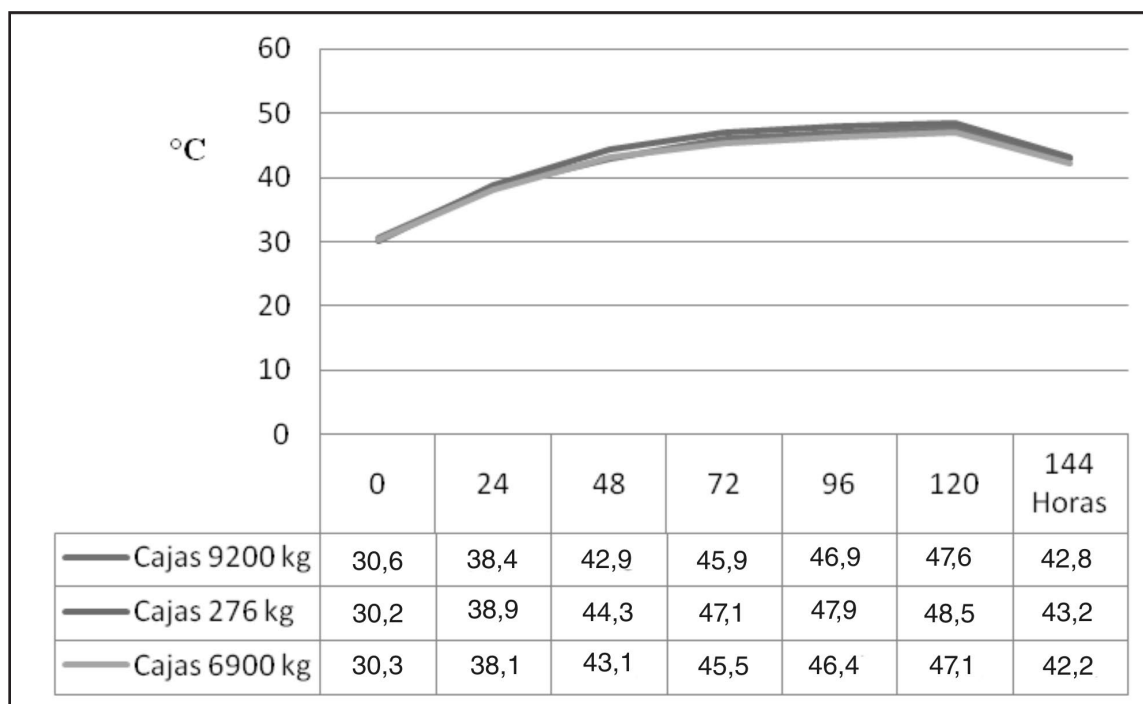


Fig. 1. Comportamiento de la temperatura durante la fermentación.

Los resultados de los índices físicos (Tabla 2) se mantuvieron dentro de los rangos permisibles, tanto nacional como internacionalmente, lo que demuestra que se utilizó la misma mezcla clonal de cacao para todos los casos. El porcentaje de humedad se comportó entre el 6 %-8 %, dentro del rango establecido por las Instrucciones Técnicas del Cultivo (Cuba, 1987), Márquez y Aguirre (2003) y NC 451 (2006). El peso de 100 granos es su-

perior a los 100 gramos como límite mínimo establecido por Melo y Pereira (1986), Vincent (1988), Instrucciones Técnicas del Cultivo (Cuba, 1987), Oliveros y col. (2002) y Márquez y Aguirre (2003), mientras que el porcentaje de testa estuvo entre el 11 %-14 %, según lo establecido por Instrucciones Técnicas del Cultivo (Cuba, 1987), Márquez y Aguirre (2003) y NC 451 (2006) para un cacao de primera calidad.

**Tabla 2. Índices físicos del cacao seco**

<i>Tratamientos</i>	<i>Porcentaje de humedad</i>	<i>Peso de 100 granos (g)</i>	<i>Porcentaje de testa</i>
Cajas 9200 kg (A)	7,4	111,06	12,93
Cajas 276 kg (B)	7,6	107,09	13,10
Cajas 6900 kg (C)	7,4	109,54	12,91

Los resultados del índice de fermentación (*Tabla 3*) demuestran que este proceso se realizó de forma correcta, ya que se obtuvieron valores por encima de 1, según lo establecido por Cros *et al.* (1982) para una fermentación completa. Similares resultados obtuvieron Pérez y col. (2001) y Oliveros y col. (2002) para cacao bien fermentado.

**Tabla 3. Índice de fermentación del cacao seco**

<i>Tratamientos</i>	<i>Índice de fermentación</i>
Cajas de 9200 kg (A)	1,14
Cajas de 276 kg (B)	1,20
Cajas de 6900 kg (C)	1,15

Durante el desarrollo del experimento se realizaron además las siguientes observaciones en las cajas de fermentación de grandes dimensiones (A y C):

- Resultó necesario proteger a los obreros con máscaras antigás debido a la concentración de los ácidos volátiles desprendidos del propio proceso de fermentación.
- El obrero realiza mayor esfuerzo físico durante el volteo y recibe mayor cantidad de calor desprendido de la masa.
- El nivel de corrosión en los tubos y alambres de las casas de cultivo tapado provocado por los ácidos volátiles desprendidos del proceso de fermentación fue elevado, por lo que hubo que pintarlas periódicamente.
- El ocujo se pudrió al estar en contacto con la tierra, y el júcaro negro fue afectado por insectos.

## Conclusiones

- Pueden ser empleadas para la fermentación del cacao húmedo las cajas de cedro con unas dimensiones de

12,0 m x 0,8 m x 2,50 m (9200 kg) o 12,0 m x 0,6 m x 2,0 m (6900 kg).

## Recomendaciones

La instalación de estas cajas debe hacerse con techo de fibrocemento u otro material, y con paredes, puertas y ventanas que permitan la ventilación del local en el momento del volteo de la masa.

## Bibliografía

- Barel, M.: Traitment du cacao par fermenteur et sechoir intégrés. Plantations, recherche development. Sept.-Oct., Pp. 35-40, 1995.
- Braudeau, J.: *El Cacao*. 1 ed. Ciencia y Técnica. La Habana. Pp. 189-205, 1970.
- Cros E.; Rouilly, M.; Villanueva, F.; y J.C. Vincent: Investigación de un índice de fermentación del cacao. II.- Estimación de la materia colorante roja en los granos de cacao. *Café Cacao Thé*, 26 (2): 115-122, 1982.
- Cuba, Ministerio de la Agricultura: *Instrucciones Técnicas para la cosecha y el beneficio del café y cacao*. La Habana: CIDA, 208 Pp., 1987.
- Garofalo, M. y D. Potti: "Fermentación". SAPORTI. Disponible en: <http://www.geocities.com/grupo-84/cacao.htm> [Consulta 6 de noviembre 2014].
- Márquez, J. y María Beatriz Aguirre: Manual técnico de cosecha y beneficio del cacao. 1 ed. Ciudad de La Habana. Pp. 25-30, 2003.
- Melo, G. R. y M. Pereira: Factores genéticos relacionados con la calidad del cacao. *Informe de pesquisas*. Bahia, Brazil. p. 24. 1986.
- NC 87-05-06. Norma Cubana. Determinación del peso de 100 granos de cacao. Pp. 3-4, 1982.
- NC-ISO 1114. Norma Cubana. Cacao en grano. Prueba de corte. Pp. 3-4, 2006.
- NC-ISO 2291. Norma Cubana. Cacao en grano. Determinación del contenido de humedad. Pp. 4-6, 2006.

- NC-ISO 451. Norma Cubana. Cacao en grano. Especificaciones. Pp. 5-7, 2006.
- Nosti, J.: *Café y Cacao*. Ed. Revolucionaria. La Habana. P. 305-332. 1970.
- Oliveros, A.; Lambertt, W.; Menéndez, M.; Nariño, A. y A. Columbié. Utilización de diferentes especies maderables para la construcción de cajas para la fermentación del cacao. *Café Cacao*, 3 (1): 70-72, 2002.
- Pardo, J. y G. A. Enríquez: Herencia de algunos componentes de la calidad industrial en almendras de cacao. – En: *10ma conferencia Internacional de Investigaciones del Cacao*. Santo Domingo: Cocoa Alliance Producer's, Pp. 695-699, 1987.
- Paredes, J. L.; Reyes, E.; Canals, M.; Domínguez, P. A.; María, A. y Marelys Juan: Evaluación de la calidad del cacao (*Theobroma cacao*) en tres métodos de fermentación. En: *Cacao. Resultados de investigación*. Editora Centenario S.A. Santo Domingo. República Dominicana. Pp. 47 – 57, 2004.
- Paredes, M.: *Manual de cultivo del cacao*. Ministerio de la Agricultura - Programa para el desarrollo de la amazonia. Perú. Pp. 73 – 76, 2003.
- Pérez, P.; Toirac, E. P.; Lambertt, W. y F. Selva: Incremento de las capacidades fermentativas en las plantas de beneficio al aumentar el volumen de las cajas. *Café Cacao*, 2 (2): 57-60, 2001.
- Ramos, Gladys: La Fermentación y el Secado del Cacao. Almacenamiento. En: *Taller Internacional "Calidad Integral de Cacao"*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 15 al 17 de Noviembre. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Pp. 9 – 12, 2004.
- Rohan, T. H.: *El beneficio del cacao bruto destinado al mercado*. FAO. Roma. Pp. 35-121. 1964.
- Vincent, J. C.: Posibilidad de mejorar la calidad del cacao y de racionalizar la producción en los países productores. En: *Memorias de la Quinta reunión del grupo asesor de la economía cacaotera mundial*. Londres, Inglaterra. P. 21. 1988.



## Determinación de pronósticos mensuales de la cosecha de cacao en plantaciones de Baracoa, provincia de Guantánamo<sup>1</sup>

Algimiro Nariño-Nariño,\* Miguel Menéndez-Grenot\* y Wilfredo Lambertt-Lobaina\*

---

### Resumen

*En áreas de la Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, en la provincia de Guantánamo, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, se realizó el presente trabajo en 2013 y 2014, con el objetivo de determinar los pronósticos mensuales de la cosecha de cacao (Theobroma cacao L.) que contribuya al perfeccionamiento de la actual metodología de estimado de cosecha a partir de plantas señales, propuesto por Pérez y col. (2002). Para cumplir ese propósito se realizó una evaluación previa del desarrollo de los frutos en correspondencia con la edad, lo que permitió pronosticar los meses de acopio de las mazorcas, así como los volúmenes de producción a cosecharse. Partiendo de esta evaluación, se comprobaron los pronósticos estimados de toneladas de cacao húmedo y las producciones acopiadas, lo que arrojó que en condiciones climáticas favorables los resultados para ambos años oscilaron en el rango del 5 % de efectividad, que resulta válido para estos estudios.*

Palabras clave: estimado, pronósticos, cosecha, cacao, efectividad.

### Abstract

*In areas of the Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, in the Guantánamo province, belonging to the Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, the present work was carried out in the 2013 and 2014 years, with the objective of determining the monthly presage of the harvest of cocoa (Theobroma cacao L.) that contributes to the improvement of the current methodology of estimating of harvest starting from plants signs, proposed by Pérez and col. (2002). To complete that purpose was carried out a previous evaluation of the development of the fruits in correspondence with the age, what allowed predicting the months of storing of the cobs, as well as the production volumes to be harvested. Leaving of this evaluation was proven the estimating presage of tons of humid cocoa and the gathered productions, what hurtled that under favorable climatic conditions the results for both years oscillated in the range of 5 % of effectiveness that is valid for these studies.*

Key words: estimating, presage, harvest, cocoa, effectiveness.

<sup>1</sup> Recibido: 7/3/2016

Aprobado: 19/5/2016

\* Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo. [eeafbaracoa@forestales.co.cu](mailto:eeafbaracoa@forestales.co.cu)



## Introducción

El cacao juega un papel importante en la vida social y económica de los habitantes de nuestros sistemas montañosos. Más de 4000 personas se benefician directa o indirectamente de este cultivo (Márquez y Aguirre, 2013).

Para conocer lo que producirá el cacao y organizar la fuerza de trabajo y los recursos necesarios, se debe hacer un estimado antes de comenzar el período de cosecha correspondiente (Márquez, Aguirre y Menéndez, 2003).

Según Cerda *et al.* (2008), los procesos de polinización/fecundación hasta la maduración dependen de factores exógenos (con mayores temperaturas, buena humedad y disponibilidad de nutrientes el período se acorta) y factores endógenos (problemas de funcionamiento internos provocan alargamiento de la maduración y la marchitez fisiológica o *cherelle wilt*).

En 2002 Pérez y col. diseñaron el Método Estadístico-Matemático para la estimación de la cosecha de cacao a partir de plantas señales, que permite, según los autores, hacer una buena planificación en recursos materiales y humanos, así como conocer con antelación y lo más certero posible la producción en determinado período de cosecha, y de esta forma poder realizar los convenios con las empresas comercializadoras.

Esta es la metodología que se emplea en la actualidad, con el inconveniente de que la misma solo brinda los resultados de la producción total estimada al final de cada etapa de cosecha y no su comportamiento mensual, por lo que constituye el objetivo del presente trabajo determinar los pronósticos mensuales de la cosecha de cacao en plantaciones de Baracoa, que contribuya al perfeccionamiento de la actual metodología de estimado.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló durante 2013 y 2014 en un área de cacao (*Theobroma cacao* L.) perteneciente a la Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, con una superficie de 14,0 ha. La misma está ubicada a una altura de 28 msnm, con sombra de Júpiter (*Gliricidia sepium* Jack. Kunth. ex Walp.). La plantación, representada por los clones UF-650, UF-677 y UF-654 presenta un buen estado fisiológico y está

establecida a un marco de plantación de 3 m x 3 m sobre un suelo fluvisol (Hernández y col., 1999). Para la determinación de los pronósticos mensuales de cosecha se realizó una evaluación previa del desarrollo mensual de 20 frutos por cada clon, obtenidos de polinizaciones manuales realizadas en febrero y septiembre, según metodología descrita por Nariño y Menéndez (2012).

Estos son los períodos en los que se realiza el estimado de cosecha de cacao según el Método Estadístico-Matemático, descrito por Pérez y col. (2002) y Márquez, Aguirre y Menéndez (2003). A los frutos se les midió mensualmente la longitud a partir del primer mes de formados hasta que arribaron a su madurez fisiológica, y los pronósticos de cosecha se determinaron desde el momento en que estos alcanzaron los 8 cm de longitud (dos meses y medio de formados), momento en el que según Braudeau (1970), las probabilidades de marchitamiento fisiológico son menores.

Los resultados de la evaluación del crecimiento de los frutos permitieron determinar el desarrollo mensual que estos alcanzan y el período en que estos se encuentran aptos para ser cosechados.

Los pronósticos mensuales de cosecha en toneladas de cacao húmedo se realizaron en febrero y septiembre a partir de las plantas señales. Estos son los períodos planteados como óptimos para la realización del estimado de cosecha, según metodología descrita por Pérez y col. (2002) y Márquez y Aguirre (2003). Para ello en cada cosecha se determinaron los índices físicos (número de frutos que generan 46,0 kg de cacao húmedo) a través del conteo y el pesaje, lo que arrojó la cifra de 500 frutos. Se calcularon los porcentajes de frutos no aprovechables por marchitamiento fisiológico respecto al total de producción.

Se tuvo en cuenta el comportamiento de las precipitaciones, que constituye una de las variables climáticas que mayormente incide en el desarrollo de los frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.) y en los niveles de cosecha.

## Resultados y discusión

En la *tabla 1* se muestra el resultado de la correspondencia entre la longitud del fruto, la edad y el período de cosecha.



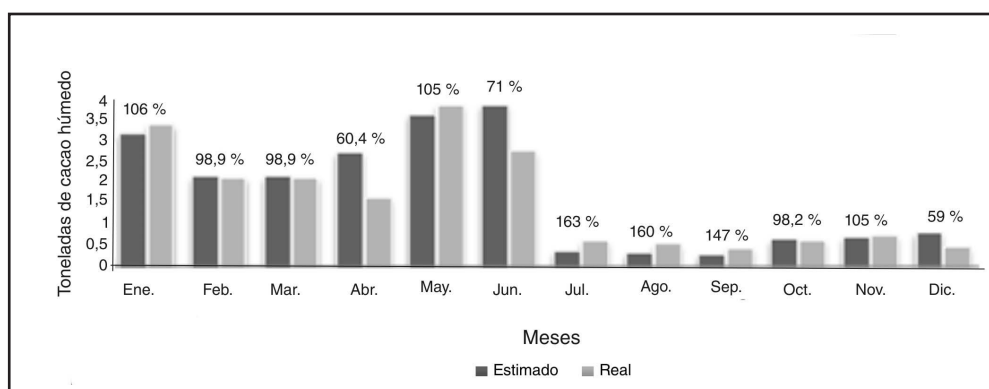
**Tabla 1. Correspondencia del crecimiento del fruto de cacao durante su ciclo de desarrollo fisiológico**

Longitud del fruto	Edad del fruto	Período de cosecha
1 cm	1 mes	5 meses
5 cm	2 meses	4 meses
8 cm	2 meses y medio	3 meses y medio
10 cm	3 meses	3 meses
15 cm	4 meses	2 meses
A partir de 19 cm (en estado inmaduro)	5 meses	1 mes
A partir de 19 cm (maduro)	6 meses	Inmediato

Se aprecia que los frutos crecen mensualmente entre 4-5 cm de longitud como promedio. Los resultados que se exponen en la tabla demuestran que los pequeños frutos alcanzan 8 cm de longitud entre el segundo y tercer mes después de su aparición. Esto corrobora lo reportado por Braudeau (1970), quien plantea que la edad crítica de las mazorcas respecto a su desecación parece estar comprendidas entre 50 y 75 días. Por otra parte, Anecacao (2014) reporta que durante sus primeros tres meses la mazorca puede sufrir pasmazón por motivos

fisiológicos o nutricionales, además de que desde que se poliniza una flor de cacao y los óvulos de esta son fecundados en su mayoría, deben pasar seis meses para que se convierta en una mazorca fisiológicamente madura, lista para la recolección y cosecha y su posterior beneficiado. Esto también se corresponde con los resultados de estudios realizados por Cerda *et al.* (2008).

La Fig. 1 muestra el resultado (%) de la efectividad de los pronósticos estimados de cacao húmedo respecto a la cosecha acopiada en 2013.



**Fig. 1.** Comportamiento de la efectividad de los pronósticos de las cosechas de cacao húmedo durante 2013.

Como se aprecia, en enero, febrero, marzo, mayo, octubre y noviembre las cosechas mostraron un comportamiento cercano a los pronósticos, en el orden del 5,0 %, excepto en abril, junio y diciembre con el 60 %, 71 % y el 59 % de efectividad, respectivamente. En este período las precipitaciones fueron escasas, de solo 54,0 mm de lluvias, muy por debajo de los 100 mm reportados por Infoagro (2014) como promedio mínimo mensual adecuado para el cultivo del cacao. Los incre-

mentos de las producciones acopiadas en julio, agosto y septiembre pudieron estar asociados al efecto provocado por el reinicio de las lluvias en ese período. Al finalizar el año se cosecharon 17,1 t de cacao húmedo, de un pronóstico de 18,45 t, que representó el 93,0 %, con una diferencia de 1,35 t (3,0 %) de producción no aprovechable, por causa del marchitamiento de los pequeños frutos, por lo que la efectividad fue del 96,0 %, estando en el rango planteado por Pérez y col. (2002)

como aceptable para un buen estimado de la cosecha de cacao.

La Fig. 2 muestra la efectividad (%) de los pronósticos estimados de cacao húmedo respecto a la cosecha de 2014.

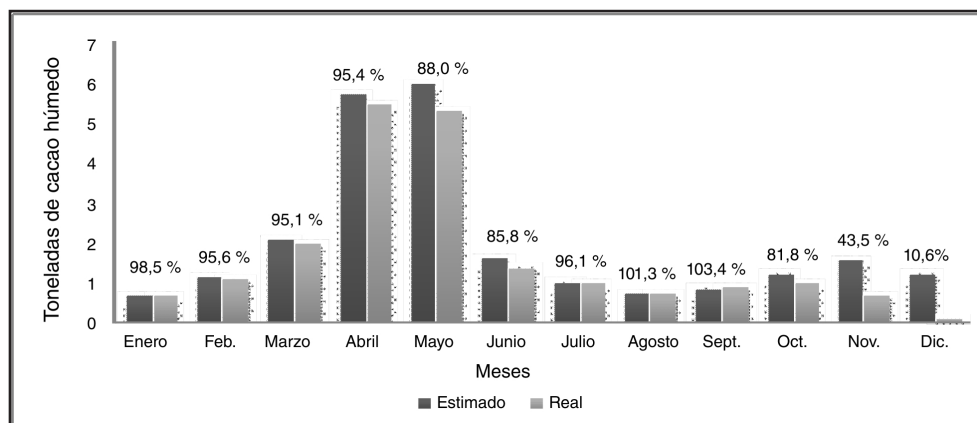


Fig. 2. Comportamiento de la efectividad de los pronósticos de las cosechas de cacao húmedo durante 2014.

En la mayoría de los meses de 2014 las cosechas estuvieron dentro del rango del 5,0 % de cumplimiento de los pronósticos. Estos resultados, que evidencian la efectividad del método empleado, se corresponden con los de estudios realizados por Pérez y col. (2002), quienes comprobaron que este nivel de confiabilidad es el válido para considerar un efectivo estimado de la cosecha de cacao.

En mayo y junio los bajos niveles de cosecha respecto a los pronósticos se debieron a la intensidad y mala distribución de las lluvias ocurridas, que disminuyeron los volúmenes de frutos aprovechables. En este período se registraron 361,0 mm de precipitaciones en solo 14 días; del mismo modo en el período octubre-diciembre se acumularon 841,5 mm en 20 días. Este comportamiento no es favorable, al no corresponderse con las exigencias del cultivo planteadas por Gómez y Ramos (2010) para asegurar un buen desarrollo fisiológico y productivo del mismo. De las 23,91 t de cacao húmedo pronosticadas para el año, no se pudieron aprovechar, por las razones antes expuestas, 2,09 t, que representó el 10,3 % de la cosecha total, por lo que se acopiaron 20,35 t. Lo anterior representó el 85,1 % de producción acopiada respecto al pronóstico, y una efectividad del estimado del 95,4 %.

## Conclusiones

- La determinación de los pronósticos mensuales constituye un método efectivo en el proceso de estimación de la cosecha de cacao, ya que permite conocer los

porcentajes y volúmenes de producción que serán acopiados en cada período.

## Bibliografía

- Anecacao: "Floración, fructificación y cosecha de cacao". Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/floracion-fructificacion-y-cosecha-del-cacao>. 2014.
- Braudeau, J.: *El Cacao*. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. En: Instituto del Libro. La Habana, p.48, 1970.
- Cerda, R.; Cabezas, R.; Daza, M. e I. Delgado: La planta de cacao: Distribución Ecofisiología – Fenología. En: *Curso internacional de cacao*. CATIE, p.17, 2008.
- Gómez, A. y Gladys Ramos: Polinización dirigida en cacao. Mérida, Venezuela: FONACIT. INIA, 3, 2010.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y L. Rivero: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. MINAG, La Habana: Instituto de Investigaciones de Suelo, Departamento de Geodesia, p. 46, 1999.
- Infoagro: "El cultivo del cacao". Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>. 2014.
- Márquez, J. J. y María Beatriz Aguirre: Diversificación agrícola en fincas cacaoteras a través de sistemas agroforestales. *Guía Técnica*, p.32, 2013.
- Márquez, J. J.; María Beatriz Aguirre y M. Menéndez: *Manual Técnico de Cosecha y Beneficio del Cacao*. La Habana, p.15, 2003.

Nariño, A. y M. Menéndez: Influencia de la polinización manual en el rendimiento agrícola del clon UF-650 de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Café Cacao*, 11 (2): 11-14, 2012.

Pérez, P.; Nariño, A.; Menéndez, M. y W. Lambertt: Estimado de la cosecha de cacao a partir de plantas señales, *Café Cacao*, 3(2): 5, 2002.



## Comunicación Corta

# Reanimación de la producción de café Arábico a partir de la introducción de tecnologías<sup>1</sup>

Alexei Yero-Guevara,\* Mario J. Verdecia-García,\* Jorge Luis Ramajo-Destrades\* y Délira Navarro-Ocaña\*

El café es uno de los cultivos tradicionales de la estructura agraria que en la actualidad posee una alta demanda por parte de los consumidores nacionales y es la base fundamental de ingresos para los pequeños productores en las zonas montañosas.

La producción cafetalera cubana se desarrolla en aproximadamente 108 657 ha, de las cuales solo el 23 % rinde 100 o más quintales de café oro por caballería (0,34 t/ha), siendo el envejecimiento de las plantaciones una de las principales causas de los bajos rendimientos del cultivo (Sánchez, 2012). Por lo que se hace necesario la rehabilitación o renovación paulatina según lo requiere cada plantación una vez realizado el diagnóstico.

Ante esta situación los agricultores inexorablemente tendrán que viabilizarse técnica y económicamente a través de una mayor eficiencia productiva, gerencial y organizativa lograda con menos crédito, insumos y equipos modernos, agricultura rentable y eficiente que compensarán con la adopción de tecnologías elementales y de bajo costo que podrán adquirir con una estrategia de capacitación bien definida (Gaitán y Lacki, 2009 y Lacki, 2010).

En los macizos montañosos donde se desarrolla la producción de café existen alrededor de 200 000 ha con condiciones adecuadas para producir; de ellas, se explota actualmente solo el 41 %, de las cuales el 79 % corresponde a la especie *Coffea arabica* y el 27 % a *Coffea canephora* (MINAG, 2010).

Si tenemos en cuenta que en la caficultura mundial la especie de mejor calidad en la bebida y de mayor demanda en el mercado es *Coffea arabica* Lin., entonces podemos plantear que se hace necesario la inmediata recuperación de dicha especie.

El trabajo se realizó en áreas cafetaleras del municipio de Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba con el objetivo de lograr la reanimación de la producción de café Arábica a partir de la introducción de tecnologías.

Inicialmente se realizó un diagnóstico de las áreas donde se detectó entre los principales problemas la baja motivación por el cultivo y numerosas limitaciones de recursos para acometer las diferentes actividades del cultivo, así como una marcada indisciplina tecnológica.

Estos resultados coinciden con los de Ronquillo (1997), que señala entre las causas críticas que generan los bajos rendimientos la indisciplina tecnológica y la falta de una adecuada estructura varietal, los bajos niveles de insumos (útiles y herramientas), la deficiente organización y control de las cosechas.

Por lo que se consideraron en este diagnóstico la baja motivación, la carencia de recursos e insumos y la indisciplina tecnológica como principales limitantes para enfrentar a plenitud las labores del cultivo en las entidades productivas.

Con el propósito de revertir esta situación se encaminó una estrategia que incluyó el empleo de tecnologías de producción de café acordes con las potencialidades

<sup>1</sup> Recibido: 7/3/2016

Aprobado: 19/5/2016

\* Estación Agro-Forestal Tercer Frente, INAF, Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba, comercial@tercerfrente.inaf.co.cu

y necesidades de los productores en correspondencia con el ecosistemas, así como la asistencia técnica y la capacitación a los productores a través del sistema de Extensión Agraria que se aplica en los cultivos del café y el cacao.

Lo que permitió que se desarrollaran los elementos de una agricultura sostenible y necesaria, sobre la base de la adquisición de habilidades e información actualiza-

da, y el conocimiento y aplicación de prácticas agrotécnicas adecuadas. A la vez se contribuyó con la formación integral de los productores, lo que motivó la aplicación correcta de la tecnología recomendada. Se suministraron las posturas requeridas por las diferentes formas de producción para el establecimiento de 23,55 ha de café (Tabla 1), las cuales fueron obtenidas en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente.

**Tabla 1. Relación de entidades o productores a los cuales se les suministró posturas de café Arábico**

No.	Entidad productiva	Productor	Área sembrada (ha)	Fecha de siembra	Cantidad de posturas
1	UBPC 14 de Junio	UBPC 14 de Junio	2,32	Mayo 2014	11 609
2	CCS Ignacio Pérez	CCS Ignacio Pérez	0,52	Mayo 2014	2600
3	CCS Ciro Redondo	CCS Ciro Redondo	4,5	Junio 2014	22 500
4	CCS Eugenio Cedeño	CCS Eugenio Cedeño	1	Junio 2014	5000
5	CCS Jesús Menéndez	Ángel Cordoví	1	Junio 2014	5121
6	CCS Antonio Maceo	Marisol Fernández	0,1	Junio 2014	500
7	UBPC Mario Muñoz Monroy	UBPC Mario Muñoz Monroy	0,2	Junio 2015	1000
9	CPA Cristino Naranjo	CPA Cristino Naranjo	1,08	Agosto 2015	5420
10	CCS Ciro Redondo	Hermes Pantoja Guerrero	2,7	Junio 2015	13 500
11	CPA José Tey	CPA José Tey	3,33	Julio 2015	16 647
12	CCS Jesús Menéndez Sánchez.	Alfredo Reyes Sánchez	1	Junio	5200
13	Granja Estatal San Jorge	Granja Estatal San Jorge	1	Julio	50 00
14	CCS Julio Antonio Mella	CCS Julio Antonio Mella	4,8	Junio	24 127
	Total		23,55		129 160

Estos resultados indican que el diagnóstico constituyó uno de los pasos fundamentales para establecer el programa de desarrollo en cada área, a partir de la implementación de las diferentes tecnologías, según lo requirió cada finca.

#### **Tecnologías aplicadas en vivero**

- Tecnología para la producción de posturas por vía gámica mediante el uso del umbráculo para el sombreado del vivero.
- Tecnología para la producción de posturas de cafeto por vía gámica mediante el uso de la higuera como sombra natural.
- Arrope con afrecho de café en posturas de *Coffea arabica* Lin. y *Coffea canephora* P. en condiciones de vivero.

#### **Tecnologías aplicadas en establecimiento de plantaciones**

- Tecnología para la lucha contra las malezas en la fase establecimiento (fomento) del café.
- Tecnología integral para el establecimiento y manejo de café Arábica.
- Fertilización de una plantación de café en formación.

#### **Tecnologías aplicadas en plantaciones establecidas**

- Tecnología para el beneficio húmedo del café por el método ecológico.
- Tecnología para el beneficio húmedo del café por el método tradicional.
- Tecnología para la programación de la cosecha cafetalera.

- Tecnología para el desoque de una plantación de café.
- Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades que afectan al cafeto.
- Tecnología para la utilización de variedades Islas (*Coffea arabica* L.) a escala comercial.

## Bibliografía

Gaitán Arciniegas, J. y Polan Lacki: "La modernización de la agricultura los pequeños también pueden." Disponible en: <http://www.polanlacki.com.br/agroesp>, 2009.

Lacki, Polan: "El agro padece por falta de conocimiento útiles pero los educadores" cierran los ojos y se lavan las

manos." Disponible en: <http://www.polanlacki.com.br/agroesp>, 2010.

Minag. Ministerio de la Agricultura: Desarrollo Integral de Café, Cacao y Apicultura. Desarrollo, Negocios e Inversiones. La Habana, GEAM. 17 pp., 2010.

Ronquillo R.: "El Café." *Juventud Rebelde* No. 382, p. 4, [en prensa] diciembre de 1997.

Sánchez, C.: Producción de posturas y establecimiento de nuevas plantaciones de cafeto en el macizo Guamuhaya basada en el uso de especies de abonos verdes. *Café Cacao*, 11(2): 46-51, 2012.





## Modificación de la casa de tapado para la producción de injertos hipocotiledonares de café<sup>1</sup>

Wilber Márquez-Márquez,\* Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría,\* Isidro Fernández-Rosales\* y Adolfo Ramos-Marzan\*

---

La especie *Coffea arabica* produce un grano de alta calidad y es altamente cotizado en el mercado internacional, pero es afectado mayormente por los nemátodos parásitos de las raíces (*Meloidogyne* spp.), los cuales limitan su establecimiento en muchas zonas que presentan condiciones edafoclimáticas favorables para obtener café de alta calidad (Martínez y col., 2013). Es por ello que la tecnología de injerto hipocotiledonar presenta gran importancia para evadir los efectos causados por el nemátodo en el cultivo del café.

La tecnología consiste en tomar la parte superior de una plántula o fosforito de café Arábico (yema), cortándose a 3 cm por debajo del fosforito o cotiledón e introducirlo en el tallo de café Robusta (patrón) decapitado a 3 cm a partir del cuello de la raíz, con lo que se elimina la parte superior del tallo y las hojas, el cual presenta tolerancia a la plaga anteriormente mencionada, para lograr establecer el flujo de las savias, entre el patrón y la yema (Caro y col., 2011).

Durante el proceso tecnológico de los injertos es necesario el mantenimiento de condiciones óptimas de radiación solar, temperatura y humedad, ya que influyen en el desarrollo fisiológico de yemas, patrones y plántulas injertadas (Caro y col., 2011). Sin embargo, en la UCTB Tercer Frente durante la campaña 2013-2014 las condiciones ambientales del local para obtener posturas de buena calidad por esta vía no eran las favorables, influyendo negativamente en el

proceso tecnológico. Es por ello que el trabajo tuvo como objetivo realizar modificaciones en casa de tapado y aclimatadores para aumentar los logros de injertos hipocotiledonares de café.

El trabajo se realizó en casa de tapado de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, durante el período comprendido de noviembre de 2013 a mayo del 2014. Las modificaciones consistieron en cambios a la estructura de la casa de cultivo, área de aclimatación de los injertos, cambios de la cubierta lateral de los aclimatadores, así como cambio y manejo del sustrato.

Se evaluaron los porcentajes de logros de injertos y su supervivencia en las dos campañas realizadas, una con la casa de tela zarand (93,7 % de radiación solar) y aclimatadores con nailon traslúcido y la otra con tela zarand con menor radiación solar (67,3 %) y malla antiáfida negra, transversal y regulable.

### Condiciones existentes en la campaña 2013-2014

- La cubierta de la casa de tapado estaba conformada por una manta de nailon traslúcido y por encima una tela antiáfidos de color negro.
- Los aclimatadores se encontraban cubiertos con nailon traslúcido.
- La aclimatación de los injertos se desarrolló a una temperatura promedio de 34 °C.
- La influencia de radiación solar de un 93,7 %.
- Se utilizó sustrato de varias campañas.

<sup>1</sup> Recibido: 13/4/2016

Aprobado: 13/7/2016

\*Estación Agro-Forestal Tercer Frente, INAF, Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba, [injerto@tercerfrente.inaf.co.cu](mailto:injerto@tercerfrente.inaf.co.cu)

- Se realizó aplicación combinada de *Trichoderma harzianum* (100 g/L) con los fungicidas Macose y Saran (5 g/L), que se aplicaron a 5 L/m<sup>2</sup>.

### Cambios realizados durante la campaña 2014-2015

La cubierta de la casa de tapado se cambió por una tela zarand y una tela antiáfidos ubicada de forma horizontal, regulable en dependencia de la incidencia de la luz solar.

Los aclimatadores se cubrieron en los lados laterales con nailon traslúcido y por las partes traseras y delanteras con mantas de yute húmedas para aumentar la humedad y disminuir la temperatura en la casa. Para el tratamiento fitosanitario solo se aplicó *Trichoderma harzianum* (100 g/L) a 5 L/m<sup>2</sup>.

Con las modificaciones realizadas durante el proceso de injertación se logró mejorar las condiciones ambien-

tales de temperatura y humedad relativa que permitieron atenuar el efecto negativo que causan las altas temperaturas y la irradiación solar al proceso productivo. En los aclimatadores se disminuyó la temperatura promedio a 26 °C, por lo que se logró disminuir la misma en 8 °C respecto a la campaña anterior.

La influencia de radiación solar disminuyó al 67,3 %, por lo que se logró disminuir hasta un 26,4 % con respecto a la campaña 2013-2014.

Las afectaciones por *damping off* incidieron negativamente en el Centro de Producción de Injertos de la UCTB Tercer Frente, conocida comúnmente como pata prieta, cuyo agente causal, según resultados del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Santiago de Cuba, fue el hongo *Fusarium* sp. que tuvo una expresión significativa en 2013 y 2014 (Fig. 1).

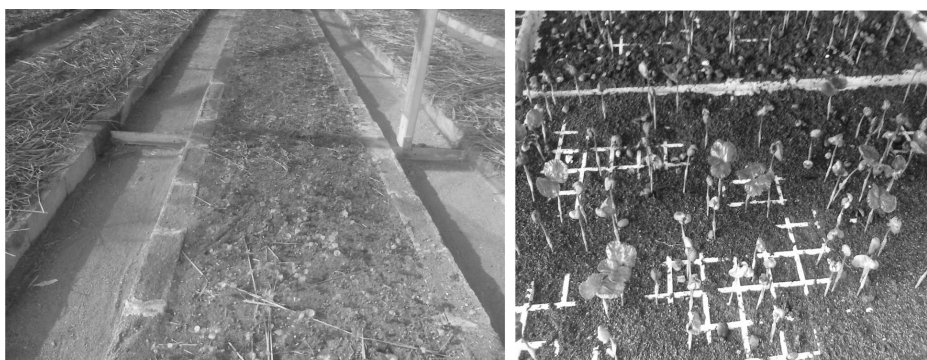


Fig. 1. Yemas y patrones en los pregerminadores e injertos durante el proceso de aclimatación, correspondientes a la campaña 2013-2014.

En 2015 y hasta marzo de 2016 no hubo afectaciones notables. Los focos detectados estuvieron por debajo del umbral económico, lo que corrobora la eficacia del cambio de sustrato realizado en 2014 (Fig. 2), la aplicación sistemática de *Trichoderma harzianum* y micorriza, esta

última producida en la UCTB Tercer Frente, coincidiendo con resultados de trabajos de tesis e investigaciones efectuadas en el sitio y con lo establecido para combatir dicha plaga (Guerra, 2014; Grave de Peralta, 2001 y Bustamante, 2015).



Fig. 2. Yemas y patrones en los pregerminadores e injertos durante el proceso de aclimatación, correspondientes a la campaña 2014-2015.

Como se observa en la *fig. 3*, los cambios realizados durante la campaña de vivero 2014-2015 en la casa de tapado para injertos de café permitieron mayor calidad en las yemas y patrones, así como un mayor porcentaje de injertos logrados de 235 600 para el 87,2 % con respecto a la campaña 2013-2014, en la cual se obtuvieron

86 418 injertos logrados para el 84 %. Estos cambios repercutieron de forma positiva en cuanto a porcentaje de logros de injertos de café, ya que se lograron incrementos de un 3,2 %, lo cual demuestra la incidencia de los factores climatológicos en el proceso tecnológico de injertos hipocotilenonares.

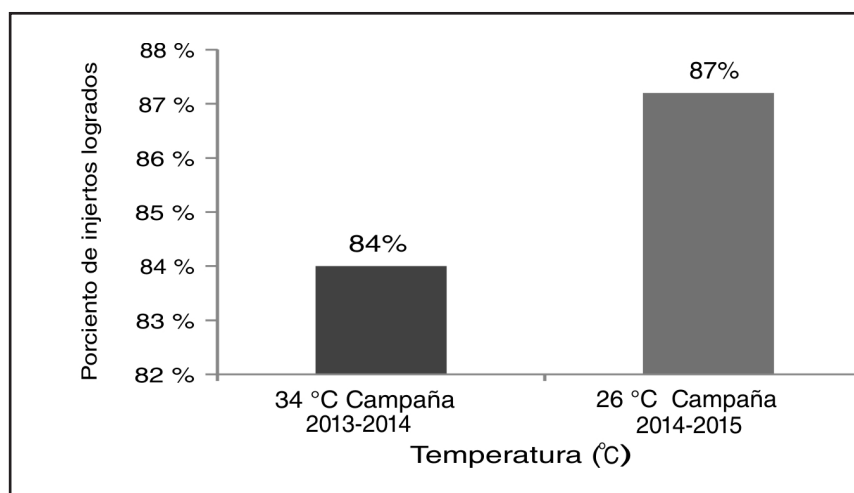


Fig. 3. Porcentajes de logros de injertos de café en las campañas 2013-2014 y 2014-2015.

## Bibliografía

- Bustamante, C.; Grave de Peralta, G. y O. Sánchez: Avances en la aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes en la caficultura y cacaocultura de Cuba. En: *I Congreso agroforestal*. La Habana 14 - 17 de abril de 2015.
- Caro C., P.; Grave de Peralta H., G.; Bustamante G., C.; Maritza Rodríguez C. y Délira Navarro O: Tecnología para la producción de injerto hipocotiledonar de café. Estacion Central de Investigaciones de Café y Cacao. Tercer Frente, Santiago de Cuba. Impresiones Minag. Pp. 5-6, 2011.
- Grave de Peralta, G., Caro, P.; Bustamante, C.; Maritza Rodríguez; Fajardo, O.; Odilma Pérez; Pupo, E.; Cor-  
dero, R.; Georgina Sánchez; Carracedo, C. y Délira Navarro: Resultados preliminares de la generalización del injerto interespecífico de café. En: *Forum de Ciencia y Técnica XIV etapa*. La Habana, 17 Pp., 2001.
- Guerra, A.: "Empleo de medios biológicos y químicos para atenuar el efecto del *Damping off* en injertos de café" [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, julio, 2014.
- Martínez, E. G.; Barrios, G. S.; Robesti, L. y R. P. Santos: *Manejo Integrado de Plagas*. Manual Práctico. Servicio de Sanidad Vegetal. España: Departamento Agricultura. Ganadería y pesca de Cataluña. Tarragona. Pp.92- 108, 2013.

## Lista cronológica por orden de artículo

No.	Autor (es)	Título	Año	Vol.	No.	Pág.
1	Merardo Ferrer-Viva, José Lacerra-Espino, Ciro Sánchez-Esmoris, Islien Meneses-Zamora, Yojana Rodríguez-Benito, Nosleiby Ortiz-Gómez y María Esther González-Vega	Evaluación de indicadores de manejo de la colección de recursos fitogenéticos de <i>Coffea</i> spp. en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa	2017	16	1	3
2	Nosleiby Ortiz-Gómez, Marta Turiño-Peña y Lisandra Jiménez-Ferrer	Efecto de diferentes variantes para la desinfección en hojas de <i>Coffea arabica</i> L. en el establecimiento <i>in vitro</i>	2017	16	1	9
3	Yusdel Ferrás-Negrín, José Jesús Márquez-Rivero, María Beatriz Aguirre-Gómez, Carlos Alberto Bustamante-González y Ceferino González-Fernández	Influencia de las temperaturas y precipitaciones en el desarrollo de índices morfológicos del cacao en Jibacoa	2017	16	1	15
4	Carlos Alberto Bustamante-González y Melquiades Rojas-Orsoria	Efecto de las cepas de micorrizas y la riqueza del sustrato en el crecimiento de posturas de <i>Theobroma cacao</i> L. y los índices de utilización de nutrientes	2017	16	1	22
5	Rolando Viñals-Núñez, Carlos Alberto Bustamante-González, Rogelio Ramos-Hernández, Osnielkis Sánchez-Durán, Norlan Moran-Rodríguez y Yusdel Ferrás-Negrín	Empleo de bioproductos en la producción de posturas de <i>Coffea arabica</i> L.	2017	16	1	35
6	Lázaro Araño-Leyva, Deysi Prieto-García y Francisco Rodríguez-Patterson	Situación epidemiológica de la roya del caféto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berkeley & Broome) en las condiciones agroecológicas de Tercer Frente, Cuba	2017	16	1	44
7	Isidro Fernández-Rosales, Délira Navarro-Ocaña, Ovidio Fajardo-Martínez, Mario J. Verdecia-García y Regulo Reyes-Galafet	Implementación de la agricultura familiar para la diversificación de la producción en la comunidad cafetalera Rihito de Matías	2017	16	1	50
8	Rafael Pichardo-Aldana, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría, Pascual Caro-Cayado, José Antonio González-Labrada y Wilfredo Díaz-Hernández	Actualización y automatización de la metodología para confeccionar el programa de desarrollo de café	2017	16	1	59
9	Wilfredo Lambertt-Lobaina y Miguel de la Cruz-Muguercía	Fermentación de cacao húmedo en cajas de grandes dimensiones	2017	16	1	72
10	Algimiro Nariño-Nariño, Miguel Menéndez-Grenot y Wilfredo Lambertt-Lobaina	Determinación de pronósticos mensuales de la cosecha de cacao en plantaciones de Baracoa, provincia de Guantánamo	2017	16	1	77
11	Alexei Yero-Guevara, Mario J. Verdecia-García, Jorge Luis Ramajo-Destrades y Délira Navarro-Ocaña	Reanimación de la producción de café Arábico a partir de la introducción de tecnologías	2017	16	1	82
12	Wilber Márquez-Márquez, Genovevo Grave de Peralta-Hechavarría, Isidro Fernández-Rosales y Adolfo Ramos-Marzan	Modificación de la casa de tapado para la producción de injertos hipocotiledonares de café	2017	16	1	85

---

## Índice de autores

---

### A

Aguirre-Gómez, María Beatriz (15)

Araño-Leyva, Lázaro (44)

### B

Bustamante-González, Carlos Alberto (15; 22; 35)

### C

Cruz-Muguercia, Miguel de la (72)

Caro-Cayado, Pascual (59)

### D

Díaz-Hernández, Wilfredo (59)

### F

Fajardo-Martínez, Ovidio (50)

Fernández-Rosales, Isidro (50; 85)

Ferrás-Negrín, Yusdel (15; 35)

Ferrer-Viva, Merardo (3)

### G

González-Fernández, Ceferino (15)

González-Vega, María Esther (3)

González-Labrada, José Antonio (59)

Grave de Peralta-Hechavarría, Genovevo (59; 85)

### J

Jiménez-Ferrer, Lisandra (9)

### L

Lacerra-Espino, José (3)

Lambertt-Lobaina, Wilfredo (72; 77)

### M

Márquez-Márquez, Wilber (85)

Márquez-Rivero, José Jesús (15)

Menéndez-Grenot, Miguel (77)

Meneses-Zamora, Islien (3)

Moran-Rodriguez, Norlan (35)

### N

Nariño-Nariño, Algimiro (77)

Navarro-Ocaña, Délira (50; 82)

### O

Ortiz-Gómez, Nosleiby (3; 9)

### P

Pichardo-Aldana, Rafael (59)

Prieto-García, Deysi (44)

### R

Ramajo-Destrades, Jorge Luis (82)

Ramos-Hernández, Rogelio (35)

Ramos-Marzan, Adolfo (85)

Reyes-Galafet, Regulo (50)

Rodríguez-Benito, Yojana (3)

Rodríguez-Patterson, Francisco (44)

Rojas-Orsoria, Melquiades (22)

### S

Sánchez-Durán, Osnielkis (35)

Sánchez-Esmoris, Ciro (3)

### T

Turiño-Peña, Marta (9)

### V

Verdecia-García, Mario J. (50; 82)

Viñals-Núñez, Rolando (35)

### Y

Yero-Guevara, Alexei (82)

---

## Índice de materias

---

### A

Automatización (59)

### B

Biofertilizante (22)

Bioproductos (35)

Biotecnología (9)

### C

Cacao (15; 22; 72; 77)

Cachaza (22)

Café (3; 35; 50)

Cajas de fermentación (72)

Clima (15; 44)

Comunidad (50)

Cosecha (77)

### D

Defoliación (15)

Desarrollo cafetalero (59)

Diversificar (50)

### E

Efectividad (77)

Epidemiología (44)

Estimado (77)

Explantos (9)

### F

Fermentación (72)

### H

Hipoclorito de sodio (9)

### I

Incidencia (44)

*In vitro* (9)

### M

Micorriza (22)

### N

Nutrición (35)

### P

Posturas (22; 35)

Pronósticos (77)

Prueba de corte (72)

Proyectos (3)

### R

Recursos fitogenéticos (3)

Referencias (3)

Reordenamiento cafetalero (59)

Roya del cafeto (44)

### S

Severidad (44)

### T

Técnicas participativas (50)

*Theobroma cacao* (15)

### Y

Yemas apicales (15)



# Instrucción para los autores

La revista semestral *Café Cacao* publicará artículos originales acerca de los tópicos específicos de investigaciones en café y cacao; especialmente, en temas de genética y mejoramiento, fitotecnia, suelos y agroquímica, fitopatología, fisiología, química, bioquímica, tecnología industrial y preindustrial, extensión agrícola o investigación participativa; igualmente se aceptarán para publicar comunicaciones breves, reseñas y revisiones bibliográficas si estas responden a las temáticas específicas antes mencionadas. Los científicos de otros países están invitados a enviar sus colaboraciones que estén vinculadas a estos cultivos; las que también se expondrán en Acceso Abierto, reservando todos los derechos.

Los trabajos enviados al Comité Editorial serán sometidos al proceso de dictaminación por pares académicos, utilizando el sistema de doble ciego y en caso necesario dirimir con un tercer árbitro; de acuerdo con el formato de dictamen usado por la revista. Los resultados del proceso serán entregados a los autores, que dispondrán de no más de quince días para enviar la versión corregida.

El lenguaje oficial de la revista será el español. Los trabajos serán mecanografiados a dos espacios, en cuartillas de aproximadamente 28-30 líneas con márgenes superior e inferior de 2,5 cm y derecho e izquierdo de 3 cm. Se enviará original y copia en papel (solo por una cara) y una copia en versión digital. Se recomienda componer el texto principal, las tablas y los pies de figura en Microsoft Word u otro programa compatible, preferentemente en tipo de letra Arial, tamaño 12.

Las figuras deben presentarse en ficheros aparte (Excel, Corel Draw u otro programa utilizado al efecto en blanco y negro) y las imágenes en fotos o diapositivas (con una resolución óptima de 300 pixel/pulgada) que se puedan abrir en los programas Photo Paint, Photoshop u otros para procesamiento de imágenes. Se deberá indicar la ubicación de la figura inmediatamente después de su referencia en el texto. En todos los casos deben presentarse los originales, tanto de figuras como de diapositivas.

Los trabajos originales deberán estar acompañados de la Declaratoria de Originalidad y del Formato de Cesión de Derechos Patrimoniales de Autor. Los artículos a publicar no podrán exceder de 10 cuartillas, entre tablas, figuras y bibliografía; las comunicaciones breves, de cuatro cuartillas, y las reseñas y revisiones bibliográficas, de 10 cuartillas. Se estructurarán de la forma siguiente:

Artículos científicos: título (español e inglés); nombres y apellidos de los autores, así como la institución a que pertenecen y dirección, u otro dato de interés; Resumen con un máximo de 250 palabras y palabras clave; Abstract y Key words; Introducción; Materiales y métodos; Resultados y discusión; Conclusiones (sin enumerar) y Bibliografía.

Comunicaciones breves: título (español e inglés); nombres y apellidos de los autores, así como la institución a que pertenecen y dirección, u otro dato de interés; texto de la comunicación y Bibliografía.

Reseñas y revisiones bibliográficas: título (español e inglés); nombres y apellidos de los autores, así como la institución a que pertenecen y dirección, u otro dato de interés; Resumen con un máximo de 250 palabras y palabras clave; Abstract y Key words; Introducción, el contenido se estructura a criterios del autor y Bibliografía.

La bibliografía debe estar referida en el texto, siguiendo el Sistema Harvard, describiendo todos los elementos que la integran: (autor (es), título del libro o folleto (si es revista, referir el título del artículo y el nombre de la revista e intervalo de páginas), editorial, ciudad y año. Si se tratara de simposios, foros, eventos, etc., se pone su nombre, el lugar donde se efectuó y la fecha.

Las bibliografías tomadas de internet deben estar bien escritas para poder acceder a ellas y poner la fecha de revisión. La lista bibliográfica se ordenará alfabéticamente.

El Comité Editorial de esta revista no tomará en consideración los artículos que no hayan sido preparados de acuerdo con las normas establecidas y que no cumplan los requisitos aquí señalados; asimismo, se reserva el derecho de aprobar o rechazar los trabajos propuestos, notificándosele oportunamente a los interesados.



## Estructuras Escuelas

*La reestructuración actual del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales confirió a la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente la creación de las Estructuras Escuelas en la base productiva, como estrategia factible y eficaz para el trabajo con el productor, quien contribuye en la garantía de la perspectiva alimentaria, en el actual panorama medioambiental y económico del país, así como en la formación de las nuevas generaciones y como incentivo a la reanimación de la caficultura nacional.*



## Solicitud de Suscripción

Renovar Suscripción: \_\_\_\_\_ Nueva Suscripción: \_\_\_\_\_ Actualizar datos: \_\_\_\_\_

Años que solicita: \_\_\_\_\_ Número de ejemplares por año: \_\_\_\_\_

Precio por ejemplar: Exterior: 15.00 USD / Nacional: 15.00 MN

### Formas de pago:

- Pagos en la Institución directamente.
- Pagos en MN: Cheque o transferencias a Instituto de Investigaciones Agroforestales.

**Código REUP 14190**

**Cuenta en CUP 0684241313910219**

**Código NIT 11001317436**

## CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

La Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente tiene la responsabilidad de la capacitación de los talentos humanos de todos los niveles de la cadena productiva del café y cacao mediante cursos de posgrado, talleres participativos, seminarios y conferencias, acciones dirigidas a mejorar las competencias, las calificaciones y las recalificaciones.

De igual manera, garantiza el acercamiento tecnológico, así como la transferencia y generalización de tecnologías a los productores.



### Solicitud de Suscripción

Nombre y Apellidos/Name and Surname: \_\_\_\_\_

Institución/Institution: \_\_\_\_\_

Profesión/Profession: \_\_\_\_\_

Dirección/Address: \_\_\_\_\_

Código Postal/ZipCode: \_\_\_\_\_ Ciudad/City: \_\_\_\_\_

País/Country: \_\_\_\_\_ Teléf./Telephone: \_\_\_\_\_ Telefax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Número de Cuenta o Agencia Bancaria: \_\_\_\_\_

**Enviar solicitud por correo postal o correo electrónico: [direccion@tercerfrente.inaf.co.cu](mailto:direccion@tercerfrente.inaf.co.cu)**