

**Efecto del manejo cultural y caldo bordelés sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas**

**Cultural management and Bordeaux broth effect over coffee rust (*Hemileia vastatrix*) in the province of Rodríguez de Mendoza, Amazonas**

Nora Vera Obando<sup>1</sup>, <sup>a</sup>Carlos Mestanza Iberico<sup>2</sup> y <sup>b</sup>Manuel Oliva<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Existen pocas referencias sobre el efecto de un manejo cultural agronómico y la aplicación de fungicida orgánico, sobre el nivel de infección de roya, en las plantaciones de café de la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de estas variables sobre la roya del café, en variedades Típica y Caturra de los distritos de Omia y Cochamal. Se seleccionaron parcelas ubicadas en Omia, estrato altitudinal medio (entre 800 a 1500 m.s.n.m.), y en Cochamal, estrato altitudinal alto (entre 1500 a 2000 m.s.n.m.). En cada estrato, de las variedades Típica y Caturra, se instalaron seis tratamientos de estudio, con un manejo agronómico que consistió en la eliminación de malezas, poda y fertilización. El fungicida orgánico utilizado fue el caldo bordelés. Se llevaron a cabo evaluaciones mensuales del grado de enfermedad en los tratamientos. Los resultados indicaron que el nivel de roya en los cafetales, con el T4, fue mayor en comparación con los otros tratamientos, a excepción del T1, con el que no mostró diferencia significativa. Se determina que el manejo agronómico del cultivo, en combinación con el mayor número de aplicaciones de un fungicida orgánico, disminuyen el nivel de enfermedad.

**Palabras clave:** Manejo cultural, caldo bordelés, Roya, café.

**ABSTRACT**

There are few references about the effect of an agronomic management and the application of an organic fungicide on the level of infection of rust on coffee plantations in Rodríguez de Mendoza, Amazonas. For this reason the objective of this study was to evaluate the effect of these variables on coffee rust in the Typica and Caturra varieties, in the districts of Omia and Cochamal. There were selected plots in Omia, middle altitudinal stratum (between 800-1500 m) and Cochamal, high altitudinal stratum (between 1500-2000 m). In each one stratum plots with Typica and Caturra varieties were installed six treatments. Agronomic practices consisted of weeding, pruning and fertilization and the organic fungicide used was the Bordeaux mixture. Monthly assessments of the degree of disease on the treatments were carried out. The results indicate that the level of rust on coffee plantations in treatment T4 (absolute control) was higher compared to the other treatments except treatment T1, with which showed no significant difference ( $p \geq 0.05$ ). These results confirm the importance of agricultural practices with the application of organic fungicides such as Bordeaux mixture for the prevention and control of coffee rust in a context of organic farming in the province of Rodríguez de Mendoza.

**Keywords:** Cultural Management, Bordeaux mixture, rust, coffee.

<sup>1</sup>Bióloga Microbióloga. Investigadora del INDES-CES, UNTRM. e-mail: nvera@indes-ces.edu.pe

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. Investigador del INDES-CES, UNTRM.

<sup>a</sup>e-mail: carlos.mestanza@untrm.edu.pe <sup>b</sup>e-mail: soliva@indes-ces.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

La roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) es la principal enfermedad de este cultivo (Capucho *et al.*, 2011) y se encuentra distribuida en la mayoría de países productores de café a nivel mundial. Esta fue reportada por primera vez en el Perú en el año 1979, en cafetales de la selva central; y desde entonces, viene siendo un factor limitante en la producción de este cultivo (Julca *et al.*, 2013).

En el Perú, un informe preliminar del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) del año 2013 revela que la roya del café afecta al 43% del área cafetalera peruana. Entre las zonas más afectadas están las regiones de San Martín, Puno, Pasco, Amazonas, Junín, Cajamarca y el valle de los ríos Apurímac y Ene (Tirabanti *et al.*, 2014). Amazonas cuenta con 42744 hectáreas dedicadas al cultivo del café, de las cuales 19235 fueron afectadas por la roya el año 2013, con un nivel de incidencia de 64,52%, siendo la tercera más alta del país. Las provincias de Utcubamba, Rodríguez de Mendoza y Luya son las más representativas en la producción de este grano, ya que cuentan con más de 35000 hectáreas de producción, con un rendimiento promedio de 14 qq/ha (Junta Nacional del Café, 2014). Rodríguez de Mendoza es una de las principales provincias productoras de café orgánico (Ministerio de Agricultura, 2003) y su producción está seriamente afectada con la presencia de esta enfermedad.

El efecto de la roya del cafeto repercute en la formación, número y calidad del grano de café, afectando directamente los ingresos y rentabilidad del caficultor. Para su control se consideran una serie de estrategias, tales como el control con fungicidas, la resistencia genética, el control biológico, el control cultural y, en su conjunto, el manejo integrado. El control con fungicidas es uno de los más eficaces para el manejo de la roya; sin embargo, la contaminación del ambiente que ocasiona, así como el alto costo de las aplicaciones y el riesgo de desarrollo de resistencia, ha provocado que esta estrategia no se considere como la solución ideal para resolver este problema (Romero, 2010). A esto se suma que en la provincia de Rodríguez de Mendoza se produce principalmente café orgánico de calidad reco-

nocida a nivel nacional, por ello su manejo se basa en medidas respetuosas a los controles propios de certificación orgánica.

Para controlar tanto las enfermedades del suelo (pudrición de la raíz, chupadera), como las del follaje del cafeto (roya, ojo de gallo, cercospora, entre otros), es de suma importancia crear un ambiente desfavorable al patógeno causal. El manejo cultural del cafetal, que consiste en mantener un buen programa de fertilización, encalado de los suelos, uso y manejo de la sombra, así como uso de variedades resistentes, distancias de siembra apropiadas y poda, puede ayudar a mantener bajo control las enfermedades (Julca *et al.*, 2013). A su vez, en un contexto de agricultura orgánica, los productos más utilizados para roya del cafeto, son los fungicidas a base de cobre, entre los cuales se encuentra el caldo bordelés (sulfato de cobre + cal) (Gómez, 2010).

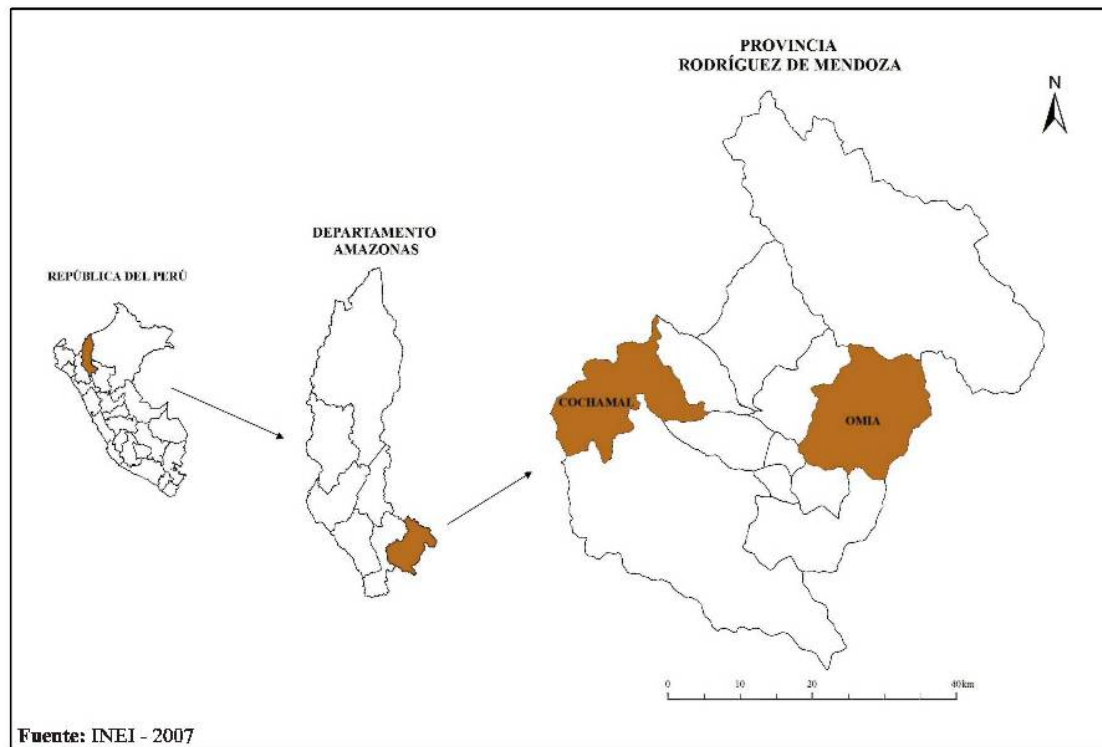
Entre las medidas disponibles para el control de la roya del cafeto, las más utilizadas son la aplicación de fungicidas de contacto, principalmente fungicidas cúpricos. Complementariamente, para una agricultura convencional es recomendable la aplicación conjunta de productos a base de triazoles y estrobilurinas (Capucho *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del manejo cultural y la aplicación de un fungicida a base de cobre (caldo bordelés) sobre la roya del cafeto en cafetales de producción orgánica de las variedades Típica y Caturra, predominantes en los distritos de Omia y Cochamal, provincia de Rodríguez de Mendoza.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en los distritos de Omia y Cochamal a una altitud que osciló entre los 1442 y los 1617 m.s.n.m., durante los meses de julio de 2014 y marzo de 2015.

El terreno no presentó un relieve muy pronunciado y el árbol de sombra predominante fue el guabo (*Inga sp.*), siendo los distanciamientos entre plantas aproximadamente de 1,5 x 2 m.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio, distritos de Omia y Cochamal, Provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas.

Para la evaluación de la enfermedad en los campos seleccionados, se trabajó con un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), delimitándose cuatro parcelas: dos en el distrito de Omia, y dos en el distrito de Cochamal, de aproximadamente media hectárea cada una. Las parcelas en cada distrito fueron de las variedades Típica y Caturra. En cada parcela, se establecieron seis tratamientos constituidos por cuatro plantas de café, distribuidas al azar dentro del campo. Los tratamientos de estudio fueron: T1, manejo agronómico sin aplicación de fungicida orgánico; T2, manejo agronómico con cinco aplicaciones de fungicida orgánico; T3, manejo agronómico con siete aplicaciones de fungicida orgánico; T4, sin manejo agronómico y sin aplicación de fungicida orgánico; T5, sin manejo agronómico con cinco aplicaciones de fungicida orgánico y T6, sin manejo agronómico con siete aplicaciones de fungicida orgánico. El manejo agronómico consistió en la eliminación de malezas, poda y fertilización (guano de isla 12-11-2,5, Fertiphos Tropical - fósforo  $P_2O_5$ , 18,75 %, calcio  $CaO$  24 % y materia orgánica 6,4 % -). Por otra parte, el fungicida orgánico utilizado fue el caldo bordelés (sulfato de cobre 21% + cal),

el cual fue aplicado aproximadamente cada 20 a 30 días. Para medir la incidencia de la enfermedad, se llevó a cabo la metodología propuesta por Samayoa y Sánchez (Julca *et al.*, 2013), la cual consiste en contar el número de hojas enfermas en una rama seleccionada y dividir por el número total de hojas en dicha rama, multiplicando este resultado por 100. Este procedimiento se realizó en ramas del tercio inferior, medio y superior de la planta, tomando una rama por cada tercio, y evaluando un total de tres ramas por planta.

Se llevaron a cabo evaluaciones mensuales de la incidencia de la enfermedad de los árboles de cafetos, y se determinó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) en cada uno de los tratamientos de estudio. La ABCPE representa la suma de los trapecios constituidos por las diferentes fechas y porcentajes de infección a través del tiempo y nos provee de información relevante para el análisis de la enfermedad.

Los datos fueron procesados y analizados con el Programa SPSS versión en español 15.0, y los parámetros fueron evaluados mediante la Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), para comparación de medias.

### III. RESULTADOS

La curva de progreso de la enfermedad de la roya del café (Figura 2), nos muestra los niveles de enfermedad en cada uno de los tratamientos durante las evaluaciones mensuales realizadas, observándose que el tratamiento T3 (con manejo cultural y siete aplicaciones de fungicida orgánico) presentó el menor nivel de roya, mientras que el T4 (sin ningún manejo cultural ni aplicación química) fue el de mayor nivel.

El alto nivel de infección, al inicio del estudio (incidencia promedio de 69,4%), indica que la enfermedad se encontraba bien distribuida en los campos seleccionados (Figura 2).

La curva de progreso de la enfermedad muestra que las primeras evaluaciones en todos los tratamientos presentaron una tendencia de menor nivel de enfermedad, incluido el testigo sin aplicación.

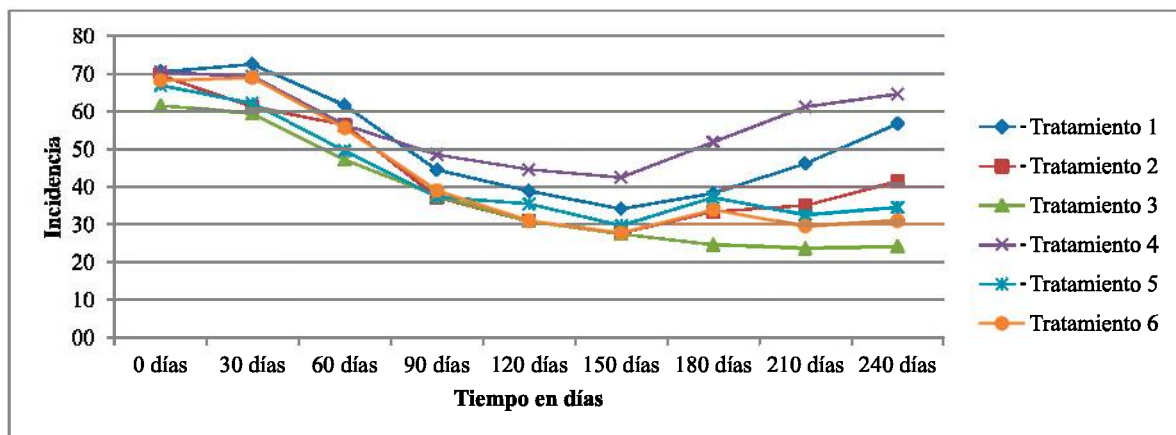
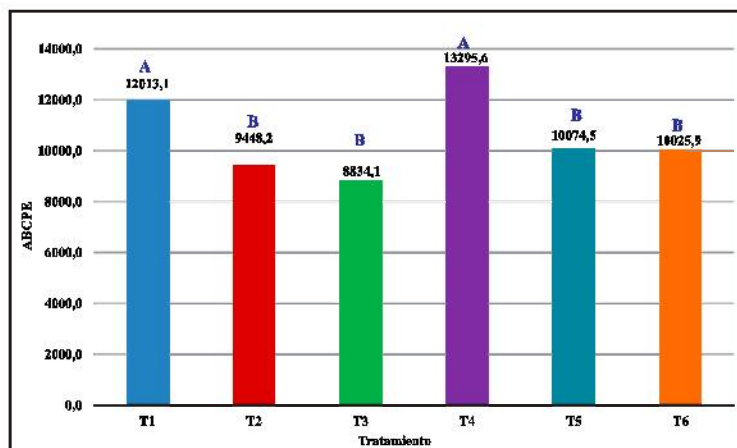


Figura 2. Curva de progreso de la enfermedad de la roya del café frente a los tratamientos de estudio, en la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

Los datos del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), después de la novena evaluación, se muestran en la Tabla 1, donde se puede observar que el tratamiento T3 (con manejo cultural y siete aplicaciones de fungicida orgánico) presenta el menor valor de enfermedad (8834,1), el que no presenta dife-

rencia significativa estadística con los tratamientos T2 (9448,2), T5 (10074,5) y T6 (10025,9). A su vez, el T4 (sin ningún manejo cultural ni aplicación química) exhibe el mayor nivel de enfermedad (13295,6), seguido del T1 (12013,1), con el cual no se evidencia diferencia estadística.



Letras iguales (A y B), no muestran diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), prueba de Tukey.

Figura 3. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), después de la novena evaluación de roya del café, en la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

En la Figura 3, se muestra el valor del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) en los tercios inferior, medio y superior de cafetos en el T4.

En dicha figura, se observa un mayor nivel de enfermedad en los tercios bajo y medio.

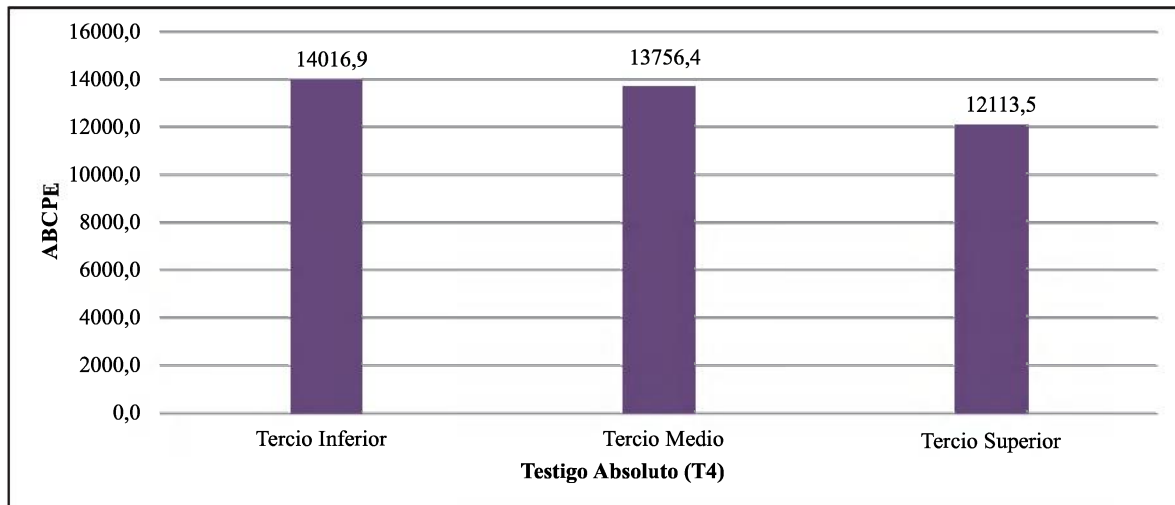


Figura 3. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), en el tercio inferior, medio y superior de cafetos del testigo absoluto (T4).



Figura 4. Manejo cultural agronómico (A y B), aplicación de fungicida orgánico (C) y evaluación de la enfermedad (D), en las parcelas de estudio ubicadas en la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

#### IV. DISCUSIÓN

La tendencia a disminuir el nivel de enfermedad, en las primeras evaluaciones de todos los tratamientos, podría deberse al descenso natural de la infección de la roya como consecuencia de la caída de hojas enfermas y viejas en este período; así como, el nuevo crecimiento vegetativo del cafeto y a una época de escasas precipitaciones.

La regulación de la sombra, así como los espaciamientos entre plantas y la poda de los cafetos, pueden contribuir a una baja incidencia de roya en el cultivo, indicando que el hongo logra desarrollarse mejor en ambientes de sombra. Esto, probablemente, se debe a que estos ambientes de sombra provocan microclimas caracterizados por particularidades en humedad relativa, temperatura de hoja y aire, y luminosidad. Estos microclimas podrían ser más favorables para el proceso de infección de la roya (Benavides y Romero, 2004; Hernández, 2010). Así se podría explicar la tendencia (aunque no significativa al  $p \leq 0,05$ ) a una menor incidencia de la roya en los tratamientos que incluyeron un manejo agronómico con podas de los cafetales. Sin embargo, también se reportaron resultados diferentes donde la sombra podría evitar que la carga fructífera alcance niveles muy altos, lo cual disminuye la susceptibilidad del cafeto a la roya (Julca *et al.*, 2013). A su vez, Samayoa y Sánchez (2000) indicaron que no encontraron diferencias en la incidencia de la enfermedad en parcelas de café con y sin sombra. En este sentido, otros autores afirman que la incidencia de roya del café provoca graves defoliaciones tanto en condiciones de sombra como sin sombra (Beer *et al.*, 1998; López, 2010).

En el presente trabajo, no se pudo evidenciar diferencia estadística en el nivel de enfermedad entre tratamientos, con y sin manejo agronómico, debido posiblemente a la intervención de otros factores favorables para la infección, como el microclima antes mencionado. Los factores que determinan el grado de ataque de una enfermedad son el hospedante (resistencia, fisiología, morfología y arquitectura), el patógeno (virulencia, agresividad y biología), el ambiente (clima, suelo, topografía), el manejo del productor, entre otros. No obstante, más que los efectos individuales de estos factores, son las interacciones entre ellos las que son determinantes (Romero, 2010). Es por ello que el

nivel de enfermedad, en los campos estudiados, no sólo se debe a un grupo pequeño de factores, sino a un conjunto mayor, los cuales tienen que interactuar al mismo tiempo y son difíciles de medir o controlar.

Se debe tener en cuenta también el periodo en que se evaluó el nivel de enfermedad que, en el presente trabajo, fue de nueve meses; y es que las condiciones en que se da el cultivo afectan al desarrollo anual de la enfermedad. De manera que para complementar este efecto, es recomendable contar con datos del año anterior, para el caso de sombra, ya que en el ambiente existe un inóculo residual de enfermedades del año anterior que van a actuar; dependiendo de la variedad de café, el estado fisiológico de la hoja, y las condiciones meteorológicas (Hernández, 2010).

Los métodos de control de la roya más utilizados, en la producción de café orgánico, son generalmente la aplicación de productos a base de cobre. En un estudio de tres a cuatro aspersiones al inicio de las lluvias, con fungicidas de este tipo, se logró controlar la roya del cafeto en el cultivo (López, 2010). También se menciona que el caldo bordelés es uno de los productos que muestra mejor desempeño entre los fungicidas de contacto, reduciendo los niveles de enfermedad (Campos *et al.*, 2014).

Por otro lado, algunos investigadores indican que los productos a base de cobre tuvieron la misma significancia que el testigo sin ninguna aplicación. Esto puede deberse a que como productos de contacto, su acción es nula o reducida cuando se presenta una alta incidencia de la enfermedad (Campos *et al.*, 2013). De igual manera, en otro estudio, los tratamientos de fungicidas cúpricos tuvieron menor efecto con respecto a fungicidas sistémicos (Silva *et al.*, 2003).

En el presente trabajo, se observó una mejor respuesta con respecto al grado de enfermedad cuando se aplicó caldo bordelés en un mayor número de ocasiones (siete), conjuntamente con un manejo cultural con fertilizaciones, poda y eliminación de malezas (T3), que en conjunto, brindaron condiciones menos favorables para la enfermedad. A su vez, se observó menor grado de enfermedad en todos los tratamientos que involucraron la aplicación de este fungicida orgánico. Esto sugiere que este tipo de fungicida preventivo requiere para su mejor efecto otras medidas de control

orgánicas complementarias. Además de ello es necesario tener conocimiento de que una correcta aplicación de caldo bordelés se realiza teniendo en cuenta la estación, el estado de desarrollo de la enfermedad y una adecuada aspersión.

Con respecto a la fertilización, el desarrollo de las enfermedades en las plantas no es un fenómeno simple, a causa de que la nutrición mineral puede aumentar o disminuir la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades (Gárate y Bonilla, 2000). En un estudio (Julca *et al.*, 2010) realizado en nuestro país, se reporta que la incidencia de la roya del café disminuyó en un 21,2 % en una parcela fertilizada al compararla con una parcela sin fertilizar. En el presente trabajo, se pudo evidenciar que los cafetos fertilizados (con manejo cultural) y sin fertilizar no presentaron un grado de enfermedad significativamente diferente; sin embargo, se pudo observar un ligero descenso en el grado de enfermedad de las plantas fertilizadas.

Es necesario tener en cuenta que *Hemileia vastatrix* es un hongo obligado y, dependiendo de su naturaleza patogénica, la fertilización le puede favorecer o no. Esto indica que una mayor concentración de potasio en la hoja aumenta la resistencia a parásitos obligatorios; en cambio, un incremento de nitrógeno disminuye la resistencia a los parásitos obligatorios (Gárate y Bonilla, 2000).

La evaluación de la roya del café involucró ramas en los tercios inferior, medio y superior de los cafetos. El grado de enfermedad en el tercio inferior y medio de los cafetos evaluados del testigo absoluto (T4), fue mayor que los del tercio superior. Estos resultados concuerdan con lo indicado por Avelino *et al.* (1991), quien menciona que la roya del café prospera mejor en las ramas inferiores, donde hay menos luz, así como más inóculo residual del hongo en hojas enfermas de una campaña anterior.

## V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se evidenció una mejor respuesta al grado de enfermedad cuando se aplicó caldo bordelés, siendo aún mejor cuando se aplicó en una mayor cantidad de veces (siete), sumado a esto un manejo cultural con fertilizaciones, poda y eliminación de malezas (T3). El nivel de enfermedad de este trata-

miento (T3), al compararlo con los tratamientos T2, T5 y T6, no mostraron una diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ), indicando que las aplicaciones con fungicidas cumplen una función importante en el control de la enfermedad.

El testigo sin manejo cultural ni aplicación de fungicida (T4) y el tratamiento con manejo cultural sin aplicación de fungicida (T1) no mostraron una diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ), manifestando los mayores niveles de enfermedad. Sin embargo, todos los tratamientos sin manejo cultural presentaron mayor nivel de roya de cafeto comparándolos con los tratamientos donde se llevaron a cabo estas labores, lo que nos sugiere que el manejo cultural del cafetal podría favorecer el control de roya en los campos evaluados.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beer, J., R. Muschler, D. Kass & E. Somarriba. "Shade management in coffee and cacao plantations". *Agroforestry Systems*, núm.38, 1998:139-164.
- Benavides, M. & S. Romero. "Efecto de diferentes niveles de insumos y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo del café (*Coffea arabica* L.)", Masatepe, Nicaragua. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria Managua, 2004.
- Campos, O., D. Santos, J. Nery & R. Jasinto. "Análisis de cinco fungicidas de contacto para el control de la roya del café". *Revista El Cafetal*, núm.38 (2014): 10-12.
- Campos, O., J. C. Gento, D. Santos, J. Nery & R. Jasinto. "Análisis sobre eficiencia de fungicidas contra la Roya del Cafeto". *Revista El Cafetal*, núm.34 (Enero 2013): 3-5.
- Capucho, A., L. Zambolim, H. Duarte & G. Vaz. "Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea arabica* and *C. canephora*". *Australasian Plant Pathology*, Vol.60 (Diciembre 2011): 1144-1150.
- Capucho, A., L. Zambolim, U. Lopes & N. S. Milagres. "Chemical control of coffee leaf rust in *Coffea canephora* cv. Conilon".

- Australasian Plant Pathology*, Vol.42, Julio 2013: 667-673.
- Gárate A. & I. Bonilla. "Nutrición mineral y producción vegetal". En *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, de Bieto Azcón & Manuel Talón, 113-130. Barcelona-Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana de España, 2000.
- Gómez, O. *Guía para la Innovación de la Caficultura, de lo convencional a lo orgánico*. El Salvador: FUNDESYRAM, 2010.
- Hernández, J. "Incidencia de enfermedades foliares del café bajo diversos tipos de sombra y manejo de insumos, en sistemas agroforestales, Turrialba, Costa Rica". Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010.
- Julca A., R. Carhuallanqui, N. Julca, S. Bello, R. Crespo, C. Echevarría & R. Borjas. *Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. Catimor en Villa Rica*. Pasco: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2010.
- Julca, A., C. Echevarría, Y. Ladera, R. Borjas, R. Cruz, S. Bello & R. Crespo. *Una revisión sobre la roya del café (Hemileia vastatrix) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina-Instituto Regional de Desarrollo de Selva, 2013.
- Junta Nacional del Café. "Expectativas por la renovación de cafetales". *El Cafetalero*, núm.46, 2014: 6-38.
- López, D. "Efecto de la carga fructífera sobre la roya (Hemileia vastatrix) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica". Tesis para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Agroforestería Tropical, Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2010.
- Ministerio de Agricultura (MINAG). *Caracterización de las zonas cafetaleras en el Perú- Informe Final*. Lima: Programa para el desarrollo de la Amazonía (PROAMAZONIA), 2003.
- Romero, A. "Efecto de los sistemas agroforestales del café y del contexto del paisaje sobre la roya, (Hemileia vastatrix), broca (Hypothenemus hampei (Ferrari) y los nematodos Meloidogyne spp.), con diferentes certificaciones en la provincia de Cartago Costa Rica". Tesis para el grado de *Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica, Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 2010.
- Samayoa J. & V. Sánchez. "Enfermedades foliares en café orgánico y convencional". *Manejo Integrado de Plagas*, Vol.58, 2000: 9-19.
- Silva, R., L. Zambolim & V. H. Álvarez. "Estrategias de control de la roya del cafeto con la aplicación de fungicida protector y sistémico en Patrocinio, Minas Gerais, Brasil". *Agronomía Tropical*, Vol. 53, 2003: 457-481.
- Tirabanti, J., P. Santos, O. Carrión & F. Arévalo. *Impacto económico de Hemileia vastatrix en 11 caseríos del ámbito de influencia del proyecto Café, distrito de Alonso de Alvarado, provincia de Lamas, región San Martín*. Alonso de Alvarado: Soluciones Prácticas, 2014.