



Artículo

Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café (*Coffea arabica*) en la Estación Experimental de Sapecho

Plant-parasitic nematodes associated with coffee (*Coffea arabica*) cultivation at the Sapecho Experimental Station

Freddy Antonio Cadena M., Lorenzo Quelali M., Ana María Mamani

RESUMEN:

El trabajo se realizó en parcelas de café ubicadas en la estación experimental de Sapecho de la facultad de agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés, donde se ha realizado el muestreo de suelo en tres épocas durante los meses de Enero, Febrero y Marzo, mediante el método de zigzag se han extraído 60 muestras de suelo en total de las cuales se homogenizaron y sacaron finalmente nueve muestras de suelo de las cuales se extrajeron los nematodos con el método de centrifugación (Agrios 2004) en los laboratorios de Sanidad Vegetal en Sapecho y Fitopatología en La Paz, una vez extraídos los nematodos se los identifico por su fenología siguiendo claves taxonómicas, paralelamente se realizó el conteo de nematodos en la cámara Newbauer, para estimar la cantidad de nematodos en cada muestreo, identificándose finalmente a los nematodos fitopatogenos asociados al cultivo del café, encontrándose a *Meloidogyne* con un 69 %, *Pratylenchus* con 18.5 %, *Haplolaimus* con 2.3 %, *Helicotylenchus* con 7.8 %, *Doralaimus* y *Tylenchulus* con 1.2 %, los fitoparasitos más abundantes dentro de la parcela son *Meloidogyne* y *Pratylenchus* siendo lamentablemente los más perjudiciales para el cultivo del café, los otros nematodos en menor cantidad encontrados son también parásitos de muchas plantas lo que nos indica que pueden o no causar daño directo al café y a las hiervas circundantes, finalmente se recomienda realizar los cuidados necesarios para controlar estos nematodos ya que fácilmente *Meloidogyne* y *Pratylenchus* pueden expandirse otros cultivos de importancia en la estación como ser cítricos, banano y cacao.

PALABRAS CLAVE:

Newbawer, Fitopatogenos, parásitos, fenología.

ABSTRACT:

The work was carried out in coffee plots located in the sapecho experimental station of the faculty of agronomy belonging to the Universidad Mayor de San Andrés, where soil sampling has been carried out in three periods during the months of January, February and March, by means of the zigzag method 60 soil samples have been extracted in total of which nine soil samples were homogenized and finally extracted nine soil samples from the which nematodes were extracted with the centrifugation method (Agrios 2004) in the laboratories of Plant Health in Sapecho and Phytopathology in La Paz, once extracted the nematodes were identified by their phenology following taxonomic keys, in parallel the counting of nematodes was carried out in the Newbauer chamber, to estimate the amount of nematodes in each sample, finally identifying the phytopathogenic nematodes associated with coffee cultivation, finding *Meloidogyne* with 69%, *Pratylenchus* with 18.5%, *Haplolaimus* with 2.3%, *Helicotylenchus* with 7.8 %, *Doralaimus* and *Tylenchulus* with 1.2 %, the most abundant phytoparasits within the plot are *Meloidogyne* and *Pratylenchus* being unfortunately the most harmful to coffee cultivation, the other nematodes in smaller quantity found are also parasites of many plants which indicates that they may or may not cause direct damage to coffee and the surrounding herbs, finally it is recommended to take the necessary care to control these nematodes since *Meloidogyne* and *Pratylenchus* can easily expand other crops of importance in the season such as citrus, bananas and cocoa.

KEYWORDS:

Newbawer, Phytopathogens, parasites, phenology.

AUTORES:

Freddy Antonio Cadena Miranda: Docente Investigador en cultivos Tropicales y Subtropicales; Email: facadena@umsa.bo; La Paz – Bolivia

Lorenzo Quelali Mamani: Docente Investigador en Sistemas agroforestales; Email: lorenzo.quelali@gmail.com; La Paz – Bolivia

Ana María Mamani Aruquipa: Técnico de Laboratorio de Fitopatología; Email: mamaniaruquipaa.m@gmail.com; La Paz – Bolivia

Recibido: 30/06/2021. Aprobado: 22/07/2021.



INTRODUCCIÓN

Las existencias mundiales de café al final de la temporada 2020-21 (octubre-septiembre) aumentarán hasta cerca de 42 millones de sacos de 60 kilos, la cifra más alta en seis años, ya que la producción crece más que el consumo, predijo el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), también mencionó que la producción mundial de café alcanzará un máximo de 176.1 millones de sacos, lo que supone un aumento de 9.1 millones de sacos desde 2019 – 20, debido principalmente a una producción sin precedentes de 67.7 millones de sacos en el principal exportador, Brasil lo que hace del rubro de importancia mundial en la economía de los países productores de café (Reuters, 2020).

En el contexto de nuestro país, La producción de café boliviano durante el 2019 alcanzó casi 25 mil toneladas cosechadas en 25,5 mil hectáreas, mostrando un crecimiento en su producción del 12% en comparación al 2018. El Departamento de La Paz (principalmente de la región de los Yungas) produjo cerca del 96% del café boliviano, siendo que Santa Cruz, Cochabamba, Beni, Pando y Tarija tuvieron proporciones de producción de café pequeños (IBCE, 2021).

La expansión de la cadena de valor mundial del café contribuye al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), según el Informe de la OIC (2021), la participación en la cadena de valor mundial del café puede reducir la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria, la salud y el acceso a educación de calidad entre los agricultores y los trabajadores agrícolas. Las normas voluntarias de sostenibilidad y las políticas de las empresas destacadas mejoran la igualdad de género y las condiciones laborales. También facilitan la asociación entre los interesados en café. Asimismo, pueden reducirse los efectos negativos del sector cafetero en el medio ambiente haciendo más ecológica la cadena de valor mundial del café y adoptando una economía cafetera circular.

La provincia de Caranavi, capital cafetalera de Bolivia, cuenta con alrededor de 20.000 productores y 17.000 hectáreas sembradas, y recibe el apoyo de dos organizaciones grandes a nivel nacional, como la Federación de Caficultores

Exportadores de Bolivia (FECAFEB) y la Asociación Nacional de Productores de Café (ANPROCA). (PTDI 2016 – 2020).

En la provincia Caranavi se producen el 95% del café a nivel nacional, y la calidad del producto es reconocido a nivel internacional, ya que se tiene mucho cuidado con la calidad. Se venden café a Alemania, Estados Unidos, Canadá, Francia, cafés especiales, y recientemente llegaron a países de Asia. La caficultura representa una de las principales actividades económicas productivas en nuestro país, siendo así con más 20.000 mil familias involucradas en la producción nacional que dependen directamente de la cadena de producción nacional y alrededor de 12.000 mil familias de manera indirecta.

FAO (2021), según informe de Estado del Conocimiento sobre la Biodiversidad del Suelo resume; la situación, desafíos y potencialidades en ese sentido describen que los “suelos son uno de los principales reservorios globales de biodiversidad, y más del 40% de los organismos vivos en los ecosistemas terrestres están asociados durante su ciclo de vida directamente con los suelos. Los organismos del suelo se pueden dividir en diferentes grupos: microbios, micro, meso, macro, y megafauna. Incluyen una amplia gama de organismos, desde formas unicelulares y microscópicas hasta invertebrados como *nematodos*, lombrices de tierra, artrópodos y sus estadios larvales, hasta mamíferos, reptiles y anfibios que pasan un tiempo considerable de su vida bajo la superficie del suelo. Además, existe una gran diversidad de algas y hongos, así como una amplia variedad de asociaciones simbióticas entre los microorganismos del suelo y algas, hongos, musgos, líquenes, raíces de plantas e invertebrados”.

En el Congreso Nacional de Café, lugar Centro América Guatemala, el Dr. Luc Bilaen entomólogo – Francés, en su exposición sobre control integrado de plagas de café, señala que los nematodos son gusanos filiformes de tamaño microscópico no son visibles al ojo humano (0,25 mm – 0,8 mm), son fitoparásitos, el grupo de nematodos son muy diversos, e indica que no todos los nematodos son nefastos, hay otros que son de vida libre que participan de la actividad microbiana del suelo en mineralización de la MO, existen otro grupo

de *nematodos fitoparasitos* (*Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp.*) que inyecta proteínas (enzimas) y succiona contenido de las células de raíz en plantas de café, causando lesiones serias, con seria afectación económica a productores, por lo tanto que se debe implementar un manejo integrado de nematodos, de esta manera contribuir a una caficultura sostenible (ANACAFE, 2014).

La producción de café está limitada por plagas y enfermedades tales como: Minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella Guerin-Meneville*), Broca del café (*Hypothenemus hampei ferrari.*), Roya (*Hemileia Vastatrix Berk & Broome*), Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola Berk & Che*), Antracnosis (*Colletotrichum spp. Noack cop*), Ojo de gallo (*Mycena citricolor Berk. & Curtis*), Nematodos: (*Meloidogyne spp, Pratylenchus spp, Rotylenchulus spp, Helicotylenchus spp*). Estos últimos constituyen una plaga de mucha importancia para el cultivo del café, ya que afectan principalmente el sistema radicular (Agrios, 1996).

Los nematodos producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos; los síntomas en la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones, ramificación excesiva, puntas dañadas de raicillas y pudriciones cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias, hongos saprófitos y fitopatógenos. (Cajape, 2020).

Una de las problemáticas en la caficultura en los yungas del departamento de La Paz, es la presencia y ataque progresivo de los nematodos fitoparásitos en las plantaciones de cafetales, en especial el género *Meloidogyne spp.* o nematodo formador de agallas el cual tiene mayor distribución geográfica y el que más comúnmente se encuentra asociado al cultivo del café, que conjuntamente a los cambios climáticos estos merman los rendimientos considerablemente, afectando los ingresos económicos de las familias dedicadas a este rubro, expresa (Pérez, 2017).

El impacto de los nematodos también depende de las condiciones del suelo, sobre todo de la fertilidad y de la duración y severidad del periodo de estrés de agua en la zona cafetalera. Es difícil estimar los niveles de población de nematodos puesto que estos tienen una distribución espacial de agregación, que requiere métodos especiales de

muestreo estadístico, según Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2010).

Los nematodos no son un problema reciente en zonas de cultivo tradicional de *Coffea arábica*, debido a que estos organismos son de tamaño microscópico, viven en el suelo y que a menudo no causan síntomas visibles en las partes aéreas de las plantas de café, no son detectados fácilmente, por ello su impacto económico ha sido subestimado por mucho tiempo. Sin embargo, una creciente valoración de su importancia económica, relacionada con la intensificación de la caficultura en provincia de Caranavi y en las regiones de Alto Beni, condujo a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, vía Estación Experimental de Sapecho desarrollar la presente investigación, con el objetivo de establecer las poblaciones de Fito parásitos que vienen afectando al cultivo del café, y en base a este desarrollar estrategias integrales de combate a los nematodos fitoparásitos en cafetales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ha realizado en los predios de la Estación Experimental de Sapecho (EEP) dependiente de la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), dentro de la parcela de café, en donde se han realizado tres muestreos de suelos y raíces durante los meses de febrero, marzo y abril, siendo estos meses lluviosos dentro de la estación, alcanzando a 2500 mm, el muestreo de suelo se realizó entre una profundidad de 5 a 30 cm alrededor del dosel de la planta, siguiendo un transepto en zigzag, tomándose en total 20 muestras de alrededor de 100 gr, las cuales posteriormente fueron homogenizadas tomándose tres muestras de 100 gr para su análisis en laboratorio. las muestras de raíces fueron tomadas paralelamente al muestreo de suelo en una cantidad de 7 muestras al azar.

El análisis de laboratorio fue realizado en primera instancia en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Estación Experimental de Sapecho y posteriormente corroborado en el laboratorio de Fitopatología de la facultad de Agronomía de la UMSA, en donde una vez extraídos los nematodos en el caso de muestras de suelo por el método de

centrifugación (Agrios, 1996) y las raíces por el método de licuado en primera instancia y luego sometidos a centrifugación, posteriormente se observaron en un microscopio “Olimpus x24”, donde se fotografiaron e identificaron mediante claves taxonómicas, llegando hasta el género del nematodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación de nematodos de acuerdo con sus características fenológicas y a claves taxonómicas, realizados en 267 muestras analizadas al microscopio, nos ha mostrado que existe un alto porcentaje de nematodos en las muestras de suelo, siendo los altamente patogénicos para el cultivo del café los nematodos *Meloidogyne* y *Pratilenchus*, por ejercer un ataque directo al cultivo de cafetales, así mismo se han encontrado en porcentajes mas bajos otros nematodos fitopatogenos que bien podrían estar asociados con la vegetación de alrededor de los cafetales, estando interactuando con los cafetales, los nematodos encontrados en el suelo figuran en el Tabla 1.

Tabla1. Nematodos identificados en muestras de suelo

Nematodo	Porcentaje
<i>Meloidogyne</i>	69
<i>Pratilenchus</i>	18.5
<i>Haplolaimus</i>	2.3
<i>Helicotylenchus</i>	7.8
<i>Dorilaimus</i>	1.2
<i>Tylenchus</i>	1.2

Características de los nematodos identificados

Meloidogyne; Tienen estiletes con punta cónica, una columna derecha y tres lóbulos basales, tienen un marcado dimorfismo sexual, región labial bien definida, estilete delgado con nódulos bien definidos. Cola estrecha, elongada, disminuyendo hasta una punta ligeramente afilada, es un nematodo cosmopolita atacando una infinidad de cultivos, es un parasito endofilo obligado, las hembras se hinchan en las raíces formando nódulos, siendo un síntoma característico de la especie.



Figura 1. *Meloidogyne* sp. (hembra)

Pratilenchus: Los nematodos de este género son elongados, es reconocible por la cabeza plana, fuerte armadura cefálica y un estilete corto y grueso, con nudo basal prominente, la vulva está ubicada a un 70 a 80 % del cuerpo, la cola redondeada constituye de 3.5 – 9 % de la longitud del cuerpo, son nematodos exógenos, donde su forma de alimentación se basa en disolver las paredes de las células de las raíces dirigiéndose luego al contenido de la célula para absorberlo, luego pasan a otra parte de la raíz.



Figura 2. Nematodo del género *Pratilenchus*

Haplolaimus: Presenta una región labial ancha y diferenciada del cuerpo, estilete desarrollado, con nódulos basales proyectados hacia la parte posterior. La hembra tiene la vulva situada en la región central, con dos ovarios, la cola es redondeada, más corta que ancha del cuerpo. los machos tienen la bursa terminal y espícula bien desarrollada. Es un nematodo de zonas cálidas con muchos hospederos, es un parásito de la raíz, inicialmente aparece como ectoparásito, pero luego se embebe en el tejido radical alimentándose de células corticales, la mayoría se reproduce partenogénicamente.



Figura 3. Nematodo del género *Haplolaimus*

Dorylaimus: Son nematodos de vida libre, y se les encuentra como habitantes del suelo y algunos hábitats acuáticos. El esófago consiste en una delgada porción anterior, algunas veces con pequeñas protuberancias musculares, seguida por una porción ensanchada, que puede reducirse a una simple válvula esofágica. La cavidad estomática presenta un odontoestilete, no existen nódulos basales. La apertura de este estilete se sitúa dorsalmente.



Figura 4. Nematodo del género *Dorylaimus*

Helicotylenchus: La hembra tiene el cuerpo vermiforme, variando desde arqueado con forma de "C", a espira lado acentuándose en la parte posterior, estriaciones distintivas. Región labial, continua o ligeramente separada, hemisférica, redondeada o aplanada lateralmente, trama labial conspicua y fuertemente esclerotizado, estilete bien desarrollado con nódulos basales prominentes con los márgenes externos dirigidos hacia adelante pareciendo plana o cóncava.



Figura 5. Nematodo del género *Helicotylenchus*

Tylenchus: Nematodos pequeños raramente mayores de 1.0 mm de longitud, colas filiformes similares en ambos sexos, región labial estriada. Cutícula estriada, trama cefálica no esclerotizada, estilete bien desarrollado, con nódulos redondeados, bulbo medio ovalado con aparato valvular refractivo.



Figura 6. Nematodo del género *Tylenchus*

La media de las poblaciones estuvo fuertemente influenciada por las lluvias, puesto que en el segundo muestreo durante el mes de febrero es donde más nematodos se encontró en todos los géneros, como se muestra en la Fig.2. Demostrando que los nematodos más peligrosos para el cultivo del café están presentes los cuales son *Meloidogyne* y *Pratylenchus* los cuales irán mermando la producción de café en la parcela, convirtiéndose también en un peligro potencial para las demás ya que son también patógenos del banano y cacao, estos serán trasladados en a tierra o agua hacia otras parcelas.

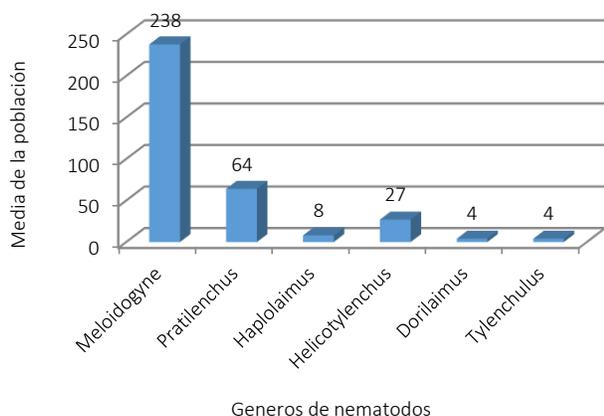


Figura 7. Medias de poblaciones de nematodos encontradas en el suelo

CONCLUSIONES

Se han identificado seis nematodos asociados al cultivo del café los cuales son: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Haplolaimus*, *Helicotylenchus*, *Dorylaimus* y *Tylenchulus*.

La mayor cantidad de nematodos se encuentra con el género *Meloidogyne* con una media de 238 individuos, los mismos también encontrados en el interior de las nodulaciones de las raíces de café.

No de menor importancia se encontraron en segundo lugar nemátodos del género de *Pratylenchus* siendo ectoparásitos pero de igual manera ocasionando enfermedad a los cafetales.

Los otros nematodos encontrados estando entre fitopatógenos y de vida libre pueden ocasionalmente atacar al cultivo del café pero están más relacionados con la vegetación circundante de la zona.

Se recomienda asumir métodos de control para evitar el avance de los nematodos dentro de la parcela y estos puedan expandirse a otras parcelas aledañas al cultivo como ser cítricos, banano y cacao.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G.N. 1996. Fitopatología (en línea). México. Consultado 27 jun. 2021. Disponible en <https://infoagronomo.net/fitopatologia-gn-agrios-pdf/>

ANACAFE (25 años Congreso Nacional del Café, Guatemala). 3 de septiembre 2014. Control Integrado de Nematodos Parte 1 (en línea). Guatemala. Consultado 27 de jun. 2021 Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=TjI9jAncdrY>.

Cajape López, JG. 2020. Identificación de nematodos fitoparásitos en el cultivo de Café en la zona Jipijapa – Manabí (en línea). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, UTA. Consultado 27 de jun. 2021. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redu/g/50250/1/Cajape%20L%C3%B3pez%20Jonathan%20Gabriel.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Roma 2021. Estado del conocimiento sobre la biodiversidad del suelo (en línea). Roma. Consultado 28 ago. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/3/cb1929es/cb1929es.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Guatemala). 2010. PROMECAFE 30 años de experiencias (en línea). Guatemala. Consultado 27 de jun. 2021. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B2177e/B2177e.pdf>

IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2021. Productos alimenticios con potencial exportador para Bolivia (en línea). Santa Cruz – Bolivia. 37 p. Informe IBCE nº 292. Consultado 5 de agosto 2021. Disponible en <https://ibce.org.bo/images/publicaciones/c-e-292-productos-alimenticios-con-potencial-exportador-para-Bolivia.pdf>.

Pérez Quispe, F. 2017. Evaluación del uso de residuos agrícolas como biofumigantes en el café (*Coffea arabica* L.) para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne spp.*) en la Sub Central Agraria Alto Lima – Caranavi – La Paz. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, pag 7.

PTDI (Plan Territorial de Desarrollo Integral para vivir bien). 2016 – 2020. Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi. Provincia Caranavi. Departamento de La Paz – Estado Plurinacional de Bolivia. Consultado 27 de jun. 2021. Disponible en <file:///E:/00%20Documentos/Downloads/to>

az.info-ptdi-municipio-de-caranavi-
pr_5a810010c7d4d3acc86ef7f52cd5cc28.p
df

OIC (Organización Internacional del Café). 2021.
Panorama general del informe de la OIC
sobre desarrollo cafetero 2020. 15 febrero
2021. ED 2358/21. Consultado 27 de jun.
2021. Disponible en

<http://www.ico.org/documents/cy2020-21/ed-2358c-overview-cdr-2020.pdf>
REUTERS. 2020. Existencias mundiales de café
llegaran a máximo de 6 años por aumento de
producción: USDA. Consultado 8 ago. 2021.
Disponible en
[https://www.reuters.com/article/caffe-
previsiones-usda-idLTAKBN23J32S](https://www.reuters.com/article/caffe-previsiones-usda-idLTAKBN23J32S)