



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Modelación y mapeo de la distribución espacial de *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) sobre guayaba *Psidium guajava*: Factores asociados a la agregación del daño

Ever Camilo Pinchao

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia

2017

Modelación y mapeo de la distribución espacial de *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) sobre guayaba *Psidium guajava*: Factores asociados a la agregación del daño

Ever Camilo Pinchao

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título

de:

Magister en Ciencias Agrarias

Director (a):

Ph.D. en Entomología. Arturo Carabalí Muñoz

Codirector (a):

Ph.D. en Entomología. Nora Cristina Mesa Cobo

Línea de Investigación:

Frutales Tropicales

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia

2017

Dedico este trabajo a mi Madre, María Fanny Pinchao y a mi abuela María Elvia Inagan que, con su lucha diaria, sus oraciones y sin importar su bienestar, buscan que el mío sea mucho mejor. No las decepcionare jamás, ustedes siempre fueron, son y serán el motor de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco de manera especial al Dr. Arturo Carabalí Muñoz, por la oportunidad y la confianza brindada para participar en este proyecto, el cual aportó enseñanzas muy importantes para mi vida profesional.

Agradezco a la profesora Nora Cristina Mesa, por la confianza depositada, la cual espero no decepcionar nunca. Por su orientación y estímulo en los momentos claves en el desarrollo de este trabajo.

Quiero expresar también mis agradecimientos para Millerlandy Montes, profesional de apoyo en el proyecto del picudo de la guayaba, quien con su ayuda y orientación fue pieza clave en todo el proceso de desarrollo de esta tesis.

A don Fabio Moncada y esposa, quienes amablemente dispusieron de su finca para realizar los ensayos.

Extiendo también mis agradecimientos para los asistentes de investigación del laboratorio de entomología y operarios de Corpoica C.I. Palmira: Adolfo Arias, Humberto Rodríguez, Hebert Hernández, Yesid Ramírez Y Fabián Sanguino por su ayuda, colaboración y compañía en todas las labores de campo y laboratorio.

Para Corpoica C.I. Palmira, por la oportunidad de haber pertenecido a esta importante institución. Todos fueron muy amables, me hicieron sentir en familia.

Agradecimientos a la Universidad Nacional, por el conocimiento adquirido en sus aulas.

Al Ministerio de Agricultura, responsable de la financiación del proyecto.

Para mis compañeros del laboratorio de entomología de Corpoica C.I. Palmira, fueron muchos momentos agradables y no me quedan sino palabras de agradecimiento, en especial a Doris Canacuan, siempre muy amable y dispuesta ayudar.

Y a Dios, que es el gestor y quien guía e ilumina todo esto que me ha pasado. Gracias por brindarme sabiduría. Gracias infinitas.

Resumen

El picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* es una de las principales plagas en cultivos de guayaba en Colombia. Las poblaciones de adultos emergen del suelo, después haber cumplido la última fase de su estado larval y pupa, y atacan los frutos en unas zonas del cultivo más que en otras, un comportamiento que se repite en cada ciclo de cosecha. Puesto que su fase en el suelo puede durar entre 3-6 meses, se sugiere que algunos factores edafoclimáticos influyen en su bioecología, y de paso también podrían explicar el patrón de distribución espacial que exhibe el daño en frutos afectados por el picudo, conocimiento que en su conjunto contribuirá a implementar un programa de manejo específico por sitio. El estudio se llevó a cabo en Roldanillo, Valle del Cauca, en un cultivo de guayaba ICA-1, donde se realizaron monitoreos cada 15 días del número de frutos afectados/árbol en 220 árboles, desde octubre de 2016 hasta agosto de 2017. Se registraron variables edáficas como humedad del suelo, resistencia mecánica, densidad aparente y textura y, variables climáticas como la precipitación, radiación solar, temperatura y humedad relativa. Los datos fueron procesados y analizados usando las etapas básicas de un análisis geoestadístico: análisis exploratorio de datos, análisis estructural y predicciones por el método de kriging. Factores climáticos tales como una baja radiación solar, altas precipitaciones y una disminución en la temperatura media del ambiente pueden favorecer el desarrollo de poblaciones de picudo. La distribución espacial del número de frutos afectados por picudo, mostró que existen focos de agregación en el cultivo y que los factores del suelo como, humedad, contenido de arcillas y el contenido de limos pueden explicar esa distribución espacial. Las zonas en donde se encontró mayor número de frutos afectados se caracterizan por tener rangos de humedad del suelo entre el 27-34 % en épocas lluviosas, contenidos de arcillas menores al 30% y contenidos de limos mayores al 42 %. Esto puede desarrollarse como una herramienta de análisis para combatir el ataque de picudo en el cultivo de guayaba de una forma localizada.

Palabras clave: Análisis espacial, Kriging, Factores del suelo, *Psidium guajava*.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XV
Introducción	1
Objetivos.....	5
1. Marco teórico	7
1.1 Importancia del cultivo de guayaba.....	7
1.2 Enfermedades y plagas del cultivo de guayaba.....	8
1.3 Características del picudo de la guayaba	9
1.3.1 Aspectos biológicos del picudo de la guayaba	10
1.3.2 Daño del picudo de la guayaba.....	12
1.3.3 Monitoreo y Control del picudo de la guayaba	14
1.4 Distribución espacial de poblaciones de insectos	15
1.5 El método geoestadístico	17
1.6 Etapas del análisis geoestadístico	18
1.6.1 Análisis exploratorio de datos	18
1.6.2 Análisis estructural	20
1.6.3 Predicciones: Kriging.....	23
2. Metodología.....	25
2.1 Sitio de estudio.....	25
2.2 Colecta de datos	26
2.3 Procesamiento de datos	29
3. Resultados y Discusión	33
3.1 Análisis exploratorio	33
3.2 Análisis estructural	43
3.3 Predicciones: Kriging	46
3.4 Factores relacionados con la distribución del daño	52
3.5 Relaciones entre variables climáticas y el número de frutos afectados.....	58
4. Conclusiones	63
A. Anexo: Comandos en R para análisis geoestadístico	65

B. Anexo: Análisis de varianza de la humedad, arcillas y limos	73
Bibliografía	75

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Adulto de <i>Conotrachelus psidii</i> . Fuente: Elaboración propia.	10
Figura 1-2: Estados de desarrollo de <i>Conotrachelus psidii</i> : A). Huevo. B). Larva 4. ° instar. C). Pupa. Fuente: Elaboración propia.	11
Figura 1-3: Daño en fruto de guayaba causado por la oviposición de <i>Conotrachelus psidii</i> . A). Signo externo del daño. B). Huevo de <i>C. psidii</i> dentro la epidermis del fruto (ver flecha). Fuente: Elaboración propia.	13
Figura 1-4: Representación gráfica de un semivariograma típico, con sus parámetros básicos. Fuente: Elaboración propia.	22
Figura 2-1: Ubicación y división de la finca a Palmera.	25
Figura 3-1: Histogramas de frecuencia del número de frutos afectados por picudo (FAP) en diferentes monitoreos. Fuente: Elaboración propia.	36
Figura 3-2: Gráficos de burbujas para el numero de frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> en diferentes monitoreos. El tamaño y el color del circulo esta relacionados con el número de frutos afectados. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 3-3: Clasificación textural de las muestras de suelo en cada lote de la finca la Palmera. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 3-4: Semivariogramas envolventes en cada uno de los monitoreos. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 3-5: Semivariogramas experimentales con sus modelos ajustados para el numero de frutos afectados por picudo en los diferentes monitoreos. Fuente: Elaboración propia.	45
Figura 3-6: Mapas de distribución del daño en frutos causado por <i>Conotrachelus psidii</i> , obtenidos por krigeage universal a partir de los modelos teóricos de ajuste, para cada uno de los monitoreos. Fuente: Elaboración propia.	47
Figura 3-7: Semivariogramas experimentales con sus modelos ajustados para la humedad del suelo, en diferentes fechas. Fuente: Elaboración propia.	49
Figura 3-8: Semivariogramas experimentales con sus modelos ajustados para el contenido de arcillas y limos. Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 3-9: Mapas de la distribución espacial de la humedad del suelo, obtenidos por krigeage ordinario a partir de los modelos teóricos de ajuste. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 3-10: Mapas de la distribución espacial de (A) contenido de arcillas y (B) contenido de limos, obtenidos por krigeage ordinario a partir de los modelos teóricos de ajuste. Fuente: Elaboración propia.	52

Figura 3-11: Numero de árboles de guayaba con frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> en diferentes rangos de humedad del suelo. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 3-12: Numero de árboles de guayaba con frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> en diferentes rangos de contenido de arcillas. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 3-13: Numero de árboles de guayaba con frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> en diferentes rangos de contenido de limos. Fuente: Elaboración propia.	54
Figura 3-14: Cámara pupal de <i>Conotrachelus psidii</i> . A) Interior de la cámara pupal. B) Adulto de <i>Conotrachelus psidii</i> dentro de la cámara pupal, listo para emerger del suelo. Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 3-15: Diagramas de cajas para la humedad del suelo en los diferentes lotes de la finca la Palmera. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 3-16: Diagramas de cajas para el contenido de arcillas en los diferentes lotes de la finca la Palmera. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 3-17: Diagramas de cajas para el contenido de limos en los diferentes lotes de la finca la Palmera. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 3-18: Temperatura mínima, máxima y media del promedio de ocho semanas antes a cada monitoreo y relación con el número de frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> . Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 3-19: Humedad relativa mínima, máxima y media del promedio de ocho semanas antes a cada monitoreo y relación con el número de frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> . Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 3-20: Precipitación acumulada de una semana antes a cada monitoreo y relación con el número de frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> . Fuente: Elaboración propia.	61
Figura 3-21: Radiación solar promedio de una semana antes a cada monitoreo y relación con el número de frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i> . Fuente: Elaboración propia.	61

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Estados fenológicos de la guayaba <i>Psidium guajava</i>	13
Tabla 1-2: Algunas transformaciones comunes para datos no normales para lograr simetría y/o estabilizar la varianza.	19
Tabla 2-1: Producción escalonada en la finca la Palmera.	26
Tabla 3-1: Estadísticos descriptivos para el número de frutos afectados por picudo (FAP) de la guayaba en cada monitoreo.	34
Tabla 3-2: Análisis de normalidad y asimetría de los datos del número de frutos afectados por picudo para los diferentes monitoreos.	35
Tabla 3-3: Estadísticos descriptivos de la humedad y resistencia mecánica del suelo en diferentes monitoreos.	39
Tabla 3-4: Estadísticos descriptivos de la densidad aparente y los componentes de la textura del suelo.	39
Tabla 3-5: Coeficiente de correlación de Spearman de la variable frutos afectados por picudo vs las covariables humedad del suelo, resistencia mecánica del suelo, densidad aparente y textura.	41
Tabla 3-6: Modelos de regresión explicativos del número de frutos afectados por picudo, en función de los ejes coordenados, propiedades físicas del suelo y lotes, para cada uno de los monitoreos.	42
Tabla 3-7: Índices estadísticos de la validación cruzada para los modelos teóricos ajustados en cada monitoreo.	44
Tabla 3-8: Parámetros de los modelos ajustados a los semivariogramas experimentales del número de frutos afectados por <i>Conotrachelus psidii</i>	45
Tabla 3-9: Parámetros de los modelos ajustados a los semivariogramas experimentales de las variables del suelo: humedad, arcilla y limo.	49
Tabla 3-10: Promedios de humedad, contenido de arcillas y limos en los diferentes lotes de la finca la Palmera.	56
Tabla 3-11: Análisis correlación de las variables climáticas vs el número de frutos afectados por picudo.	59

Bibliografía

- Agronet. (2014). Sistema de Estadísticas Agropecuarias. Recuperado 20 de julio de 2017, a partir de <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>
- Armstrong, T. (1958). Life-History and Ecology of the Plum Curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Hbst.) (Coleoptera: Curculionidae), in the Niagara Peninsula, Ontario. *The Canadian Entomologist*, 90(3639), 8-17.
- Bailez, O. E., Viana-Bailez, A. M., Lima, J. O. G. De, & Moreira, D. D. (2003). Life-History of The Guava Weevil , *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera : Curculionidae). *Neotropical Entomology*, 32(2), 203-207.
- Boscán de Martínez, N., & Casares M., R. (1980). El gorgojo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). I. evaluación de daños. *Agronomía Tropical*, 30(1-6), 77-83.
- Boscán de Martínez, N., & Casares, R. (1981). Distribución en el tiempo de las fases del gorgojo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en el campo. *Agronomía Tropical*, 31(1-6), 123-130.
- Calvo, M. V., Duarte, F., Borges, A., & Scatoni, I. (2011). *Caracterización espacial de los lepidópteros plaga de los frutales de pepita en la zona sur de Uruguay*. Montevideo: INIA.
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F., & Konopka, A. E. (1994). Field-Scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of American Journal*, 58, 1501-1511.
- Canacuán-Nasamuez, D. E., & Carabalí-muñoz, A. (2015). *Strepsicrates smithiana* (Walsingham, 1891), enrollador de hojas de *Psidium guajava*. Identificación, daño y ciclo biológico. *Revista Corpoica- Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2), 279-292.
- Carabalí-Muñoz, A. (2013). Informe Técnico Final: Determinación de incidencia, daño y validación de estrategias de manejo integrado del picudo *Conotrachelus psidii* en guayaba pera (Palmira, Ica 1) en el norte del Valle del Cauca. Palmira- Valle del Cauca: Corpoica.
- Carabalí-Muñoz, A. (2014). Informe Técnico Final: Tecnologías de manejo del picudo y otras plagas, validadas y productos de control en guayaba desarrollados. Palmira- Valle del Cauca: Corpoica.

- Carabalí-Muñoz, A. (2015). Informe final de meta: Validación de estrategias de manejo de poblaciones del picudo de la guayaba *C. psidii*. Palmira- Valle del Cauca: Corpoica.
- Carabalí-Muñoz, A. (2016). Informe final de meta: Métodos de precisión y localización específica aplicados a la distribución espacial de *C. psidii*. Palmira- Valle del Cauca: Corpoica.
- Carabalí-muñoz, A., Murcia-Riaño, N., Ramos-Villafañe, Y. P., Orozco, F., Canacuan-Nasamuez, D. E., Jaramillo, A., & Marín, G. (2013). *Manejo de enfermedades y plagas en el cultivo de guayaba Psidium guajava L. (Myrtaceae) en el norte del Valle del Cauca* (1.ª ed.). Bogotá (Colombia): Corpoica.
- Castañeda-Sánchez, D. A. (2011). *Evaluación de métodos estadísticos para el desarrollo de una propuesta de manejo por sitio específico para banano*. Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, O. F., Fúquene, A. M., Fonseca, S. L., Ramirez, D. C., Giraldo, P., & Valencia, M. F. (2011). *Estudio de la Cadena Productiva de la Guayaba - Bocadillo en la Hoya del Río Suárez*. Proyecto de Desarrollo Local y Comercio en Colombia (DELCO).
- Castrignano, A., Boccaccio, L., Cohen, Y., Nestel, D., Kounatidis, I., Papadopoulos, N. T., ... Mavragani-Tsipidou, P. (2012). Spatio-temporal population dynamics and area-wide delineation of *Bactrocera oleae* monitoring zones using multi-variate geostatistics. *Precision Agriculture*, 13, 421-441.
- Chen, H., & Scherm, H. (2007). Moisture Effects on Development and Survival of the Plum Curculio (Coleoptera : Curculionidae). *Journal of Entomological Science*, 42(2), 207-216.
- Comas, C., Avilla, J., Sarasua, M. J., Albajes, R., & Ribes-Dasi, M. (2012). Lack of anisotropic effects in the spatial distribution of *Cydia pomonella* pheromone trap catches in Catalonia, NE Spain. *Crop Protection*, 34, 88-95.
- Cressie, N. A. C. (1993). *Statistics for spatial data. Revised Edition* (2.ª ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Del Valle, E. E., Dolinski, C., Barreto, E. L. S., Souza, R. M., & Samuels, R. I. (2008). Efficacy of *Heterorhabditis baujardi* LPP7 (Nematoda: Rhabditida) applied in *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) insect cadavers to *Conotrachelus psidii* , (Coleoptera: Curculionidae) larvae. *Biocontrol Science and Technology*, 18(1), 33-41.
- Delgado, C. Y. (2012). *Control del picudo de la guayaba Conotrachelus psidii Marshall (Coleoptera: Curculionidae) con nematodos entomopatógenos en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Delgado, C. Y., & Aponte, A. S. (2012). Virulencia, producción y desplazamiento de nematodos entomopatógenos sobre larvas del picudo de la guayaba *Conotrachelus*

- psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en laboratorio. *Universitas Scientiarum*, 17(3), 283-290.
- Díaz-Viera, M. A. (2002). *Geoestadística Aplicada*. México: Instituto de Geofísica, UNAM.
- Diggle, P. J., & Ribeiro Jr., P. (2007). *Model-Based Geoestadistics*. Springer.
- Dolinski, C., Del Valle, E. E., & Stuart, R. J. (2006). Virulence of entomopathogenic nematodes to larvae of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae), in laboratory and greenhouse experiments. *Biological Control*, 38(3), 422-427.
- Duarte, F. (2012). *Caracterización espacio-temporal de Grapholita molesta (Lepidoptera: Tortricidae) mediante métodos geoestadísticos y Sistemas de Información Geográfica*. Universidad de la Republica de Uruguay.
- Duarte, F., Calvo, M. V., Borges, A., & Scatoni, I. B. (2015a). Geostatistics applied to the study of the spatial distribution of insects and its use in integrated pest management. *Rev. Agron. Noroeste Argent*, 35(2), 9-20.
- Duarte, F., Calvo, M. V., Borges, A., & Scatoni, I. B. (2015b). Geostatistics and Geographic Information Systems to Study the Spatial Distribution of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera : Tortricidae) in Peach Fields. *Neotropical Entomology*, 44, 319-327.
- Duque, A., & Guzmán, O. A. (2013). Comportamiento de materiales de guayabo (*Psidium guajava* Linneo) al parasitismo del nematodo formador de agallas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood y *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood]. *Luna Azul*, 37, 130-154.
- Duque-Escobar, G., & Escobar-Potes, C. (2002). *Mecánica de Suelos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.
- Ellis Jr, J. D., Hepburn, R., Luckman, B., & Elzen, P. J. (2004). Effects of Soil Type , Moisture , and Density on Pupation Success of *Aethina tumida* (Coleoptera : Nitidulidae). *Environmental Entomology*, 33(4), 794-798.
- Emery, X. (2013). *Geoestadística*. Chile: Univesidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Fernández, D. E., & Ribes-Dasi, M. (2014). Uso de la geoestadística y los sistemas de información geográfica en agricultura. En E. Chartuni Mantovani & C. Magdalena (Eds.), *Manual de agricultura de precisión* (pp. 84-90). Montevideo: IICA, PROCISUR.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2011). *An R Companion to Applied Regression* (2.^a ed.). Thousand Oaks CA: Sage.

- Giraldo, R. (2011). Introducción a la geoestadística. Teoría y Aplicación. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Gräler, B., Pebesma, E., & Heuvelink, G. (2016). Spatio-Temporal Interpolation using gstat. *The R Journal*, 8(1), 204-218.
- Hassell, M. P., Comins, H. N., & Mayt, R. M. (1991). Spatial structure and chaos in insect population dynamics. *Nature*, 353, 255-258.
- ICA-Instituto Colombiano Agropecuario. (2009). Plan de choque para combatir el Picudo de la Guayaba. Recuperado 7 de octubre de 2015, a partir de <http://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2009/Plan-de-choque-para-combatir-el-Picudo-de-la-Guaya.aspx>
- ICA-Instituto Colombiano Agropecuario. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de guayaba*. (Produmedios, Ed.). Bogotá D.C.: ICA.
- Insuasty, O., Monroy, R., Díaz, A., & Bautista, J. (2007). *Manejo Integrado del Picudo de la Guayaba (Conotrachelus Psidii Marshall) en Santander*. (Produmedios, Ed.). Barbosa – Santander: CORPOICA-ICA.
- Isaaks, E. H., & Srivastava, R. M. (1989). *Applied geostatistics*. New York: Oxford University Press.
- Jacklin, S. W., & Yonce, C. E. (1970). Emergence, longevity, and fecundity of adult plum curculio reared from two sizes of larvae at two temperatures in soil with a range of moisture. *Journal of Economic Entomology*, 63, 673-674.
- Jiménez-Lozano, L., Almanza-Pinzón, M. I., & Muñoz-Flórez, J. E. (2009). Caracterización morfológica de accesiones silvestres de guayaba. *Acta Agronómica*, 58(2), 69-74.
- Johnson, S. N., Gregory, P. J., Mcnicol, J. W., Oodally, Y., Zhang, X., & Murray, P. J. (2010). Effects of soil conditions and drought on egg hatching and larval survival of the clover root weevil (*Sitona lepidus*). *Applied Soil Ecology*, 44, 75-79.
- Komsta, L., & Novomestky, F. (2015). moments: Moments, cumulants, skewness, kurtosis and related tests. R package version 0.14.
- Krige, D. G. (1951). *A Statistical Approach to Some Basic Mine Valuation Problems on the Witwatersrand*. University of the Witwatersrand.
- Lapointe, S. L., & Shapiro, J. P. (1999). Effect of soil moisture on development of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 82(2), 291-299.
- Larral, P., & Ripa, R. (2008). Monitoreo de plagas y registros. En R. Ripa & P. Larral (Eds.), *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (p. 397). Colección de libros INIA - N° 23.

- Liebholt, A. M., Rossi, R. E., & Kemp, W. P. (1993). Geostatistic and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, 38, 303-327.
- Machado da Rosa, J., Carissimi-Boff, M. I., Zanelato-Nunes, M., Agostinetto, L., & Boff, P. (2015). Damage caused by *Conotrachelus psidii* (Coleoptera : Curculionidae) to the fruits of feijoa (*Acca sellowiana*). *Revista Colombiana de Entomologia*, 41(1), 12-17.
- Machuca, L. M. (2014). *Relación entre factores bióticos y abióticos en los cultivos de guayaba con la infestación de picudo (Conotrachelus psidii, Coleóptera: Curculionidae) en Puente Nacional (Santander, Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Marques, N., & Alfaia, S. (2004). *Manejo integrado da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro (Coleoptera: Curculionidae) em sistemas agroflorestais*. (INPA, Ed.). Brasil.
- Matheron, G. (1962). *Traité de géostatistique appliquée. Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*. Paris: Editions Technip.
- Matheron, G. (1963). Principles of Geostatistics. *Economic Geology*, 58, 1246-1266.
- Mazza, G., & Quiñones Tapia, H. J. (1998). *Alimentos funcionales : Aspectos bioquímicos y de procesado*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Mejía-Torres, M. C., & Sáenz-Aponte, A. (2013). Biological characterization of the colombian isolate *Heterorhabditis* sp. SL0708 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 35(3), 445-449.
- Méndez-Venegas, J. (2008). *Modelación de la distribución espacial de la precipitación en el valle de la Ciudad de México usando técnicas geoestadísticas*. Colegio de Postgraduados.
- Minas, R. S. (2012). *Caracterização biológica de uma linhagem de nematoide entomopatogênico visando o controle do gorgulho da goiaba (Conotrachelus psidii) em dois sistemas de cultivo*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Monroy, R. A., & Insuasty, O. I. (2006). Biología del picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* (Marshall) (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Corpoica- Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2), 73-79.
- Montes-Prado, M., & Carabalí-Muñoz, A. (2014). Distribución, daño y manejo del picudo *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en guayaba *Psidium guajava* Pera ICA-1. En E. Becerra-Contreras (Ed.), *41° Congreso SOCOLEN*. Congreso llevado a cabo en Cali, Colombia.

- Montes-Prado, M., & Carabalí-Muñoz, A. (2015). Caracterización del daño causado por el picudo *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) en frutos de guayaba *Psidium guajava*. En E. Becerra-Contreras (Ed.), *42° Congreso SOCOLEN*. Congreso llevado a cabo en Medellín, Colombia.
- Montes-Prado, M., & Carabalí-Muñoz, A. (2016). Métodos Geostadísticos aplicados en el control de poblaciones del picudo *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). En E. Becerra-Contreras (Ed.), *43° Congreso SOCOLEN*. Congreso llevado a cabo en Manizales, Colombia.
- Montes-Prado, M., Carabalí-Muñoz, A., & Holguin, C. (2015). Distribución espacial y manejo del picudo *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en frutos de guayaba *Psidium guajava*. En E. Becerra-Contreras (Ed.), *42° Congreso SOCOLEN*. Congreso llevado a cabo en Medellín, Colombia.
- Moral-García, F. J. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas*, *13*(1), 78-86.
- Moral-García, F. J., Rodríguez, J. A., Arranz, A., De La Cruz-Blanco, J. I., & Honorio, F. (2004). Técnicas geoestadísticas aplicadas al análisis de la distribución de capturas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) mediante trampas con feromonas sexuales en una plantación de tomate. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, *30*, 733-744.
- Nelson, P. N., & Whalon, M. E. (2013). Abiotic factors influencing the burrowing and pupation of Plum Curculio (*Conotrachelus nenuphar*, Coleoptera: Curculionidae) larvae. En *Entomological Society of America Annual Meeting 2013*. Austin, Texas.
- Núñez, S., & Scatoni, I. (2012). *Tecnología disponible para el manejo de plagas en frutales de hoja caduca 1*. Montevideo: INIA.
- Orlando, A., Sampaio, A. S., Carvalho, A. M., Scaranari, H. J., & Arruda, H. V. (1974). Notas sobre o «gorgulho das goiabas» - *Conotrachelus psidii* Marshall, 1922 (Coleoptera: Curculionidae) e experimentos de combate. *O Biológico*, *40*(1), 281-289.
- Pacchioli, M. A., & Hower, A. A. (2004). Soil and Moisture Effects on the Dynamics of Early Instar Clover Root Curculio (Coleoptera: Curculionidae) and Biomass of Alfalfa Root Nodules. *Environmental Entomology*, *33*(2), 119-127.
- Palacio-Cortés, A. M., Valente, F., Saad, E. B., Tröger, A., Francke, W., & Zarbin, P. H. G. (2015). (1R,2S,6R)-Papayanol, Aggregation Pheromone of the Guava Weevil, *Conotrachelus psidii*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, *26*(4), 784-789.
- Pebesma, E. (2004). Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences*, *30*, 683-691.

- Perales de la Cruz, M. A., Padilla, J. S., Gonzales, E., & Reyes, H. R. (2005). Manual para la producción integral del cultivo de la guayaba. Aguas Calientes, México: Consejo Nacional Mexicano de la Guayaba A.C. – Fundación Produce Aguas Calientes, A.C.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Ramírez, J. F., & Figueroa, D. K. (2013). Modelización y mapeo de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae) en papa en el estado de México. *Revista Centro Agrícola*, 40(3), 57-70.
- Ribeiro Jr, P. J., & Diggle, P. J. (2016). geoR: Analysis of Geostatistical Data. R package version 1.7-5.2.
- Ricca, M. A., Weckerly, F. W., & Semlitsch, R. D. (1996). Effects of Soil Moisture and Temperature on Overwintering Survival of *Curculio* Larvae (Coleoptera: Curculionidae). *The American Midland Naturalist*, 136(1), 203-206.
- Romero-Frías, A. (2015). *Estudio de los semioquímicos responsables de la interacción entre la guayaba (Psidium guajava L.) y el picudo de la guayaba Conotrachelus psidii Marshall*. Universidad Nacional de Colombia.
- Romero-Frías, A., Murata, Y., Simões Bento, J. M., & Osorio, C. (2016). (1 R, 2 S, 6 R)-Papayanal: a new male-specific volatile compound released by the guava weevil *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 80(5), 1-8.
- Romero-Frías, A., Simões-Bento, J. M., & Osorio, C. (2015). Chemical signaling between guava (*Psidium guajava* L, Myrtaceae.) and the guava weevil (*Conotrachelus psidii* Marshall). *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar Nueva Granada*, 11(1), 102-113.
- Rubio, E. (1974). Insectos que Atacan Algunos Frutales del Estado Zulia ,. *Revista Facultad de Agronomía*, 2(4), 7-33.
- Salas-Araiza, M. D., González-Marquez, A., & Martínez-Jaime, O. A. (2012). Efecto de la precipitación en la emergencia de picudos (Coleoptera: Curculionidae) en guayaba *Psidium guajava* (Myrtaceae). *Entomología Mexicana*, 11, 190-194.
- Salas-Araiza, M. D., Peña-Velazco, A., Martínez-Jaime, O., & Ramírez-Malagón, R. (2008). Dinámica poblacional y preferencia de frutos de guayaba por *Conotrachelus* spp (Coleoptera: Curculionidae). *Entomología Mexicana*, 7, 296-300.
- Salas-Araiza, M. D., & Romero-Nápoles, J. (2012). Especies de *Conotrachelus* (coleoptera: Curculionidae: Molytinae) asociadas a guayaba y descripción de una nueva especie. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 124-127.

- Salazar, D. M., Melgarejo, P., Martínez, R., Martínez, J. J., Hernández, F., & Burguera, M. (2006). Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). *Scientia Horticulturae*, 108(2), 157-161.
- Sarkar, D. (2008). *Lattice: Multivariate Data Visualization with R*. New York: Springer.
- Sarmiento-Naizaque, Z. X., Insuasty-Burbano, O. I., Martínez-Osorio, J. W., & Barreto-Ttriana, N. (2016). Aspectos biológicos del anillador de la guayaba *Carmenta theobromae* (Lepidoptera: Sesiidae) en Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 176-183.
- Schabenberger, O., & Pierce, F. J. (2002). *Contemporary statistical models for the plant and soil sciences*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Secretaría de Agricultura y Pesca del Valle del Cauca. (2016). Evaluaciones Agrícolas 2000 - 2016. Recuperado 23 de agosto de 2017, a partir de <http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=1966>
- SIAP-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2016). *Atlas Agroalimentario 2016*. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Silva, A. C. (2009). *Potential of entomopathogenic nematodes for the control of mediterranean fly Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) and the guava weevil Conotrachelus psidii (Marshall) (Coleoptera: Curculionidae)*. Universidade Estadual Paulista «Júlio de Mesquita Filho».
- Silva-Filho, G. (2005). *Semioquímicos envolvidos na interação gorgulho-da-goiaba (Conotrachelus psidii Marshall) - goiabeira (Psidium guajava L.)*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Silva-Filho, G., Bailez, O. E., & Viana-Bailez, A. M. (2007). Dimorfismo sexual do gorgulho-da-goiaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, 36(4), 520-524.
- Souza-Brito, E., Rodrigues de Paula, A., Pereira-Vieira, L., Dolinski, C., & Samuels, R. I. (2008). Combining vegetable oil and sub-lethal concentrations of Imidacloprid with *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against adult guava weevil *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae). *Biocontrol Science and Technology*, 18(7), 665-673.
- Souza-Filho, F. M., & Costa, A. V. (2003). MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA GOIABEIRA. En D. E. ROZANE & F. A. COUTO (Eds.), *Cultura de goiabeira: tecnologia e mercado* (pp. 177-206). Viscosa: UFV: Empresa Júnior de Agropecuária.
- Thomazini, M. J. (2002). Flutuação populacional e intensidade de Infestação da broca-dos-frutos em cupuaçu. *Scientia Agricola*, 59(3), 463-468.

- Thompson, L. M., & Troeh, F. R. (1988). *Los suelos y su fertilidad* (4.ª ed.). España: Editorial Reverté, S.A.
- Valente, F. I. (2014). *Distribuição intra-planta de frutos atacados de goiaba por Conotrachelus psidii Marshal, 1922 (Coleoptera Curculionidae) em cultivo orgânico*. Universidade Estadual Paulista.
- Valente, F. I., & Rodrigues M. B., V. L. (2014). Aspectos biológicos e técnica de criação do gorgulho-da-goiaba, *Conotrachelus psidii marshall* (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2), 339-345.
- Vásquez, J., Delgado, C., Couturier, G., & Ferrero, D. M. (2002). Les insectes nuisibles au goyavier (*Psidium guajava* L.: Myrtaceae) en Amazonie péruvienne. *Fruits*, 57(5-6), 323-334.
- Vieira, S. R., Carvalho, J. P., & González, A. P. (2010). Jack knifing for semivariogram validation. *Bragantia*, 69(Suppl.), 97-105.
- Vilar, J. (2006). Estadística 2. Recuperado a partir de http://dm.udc.es/asignaturas/estadistica2/sec4_5.html
- Wibmer, G. J., & O'Brien, C. W. (1986). Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of South America (Coleoptera, Curculionoidea). *Memoirs of the American Entomological Institute*, 39.
- Wibmer, G. J., & O'Brien, C. W. (1989). Additions and corrections to annotated checklists of the weevils of North America, Central America, and the West Indies, and of South America. *Southwestern entomologist: Supplement*, 13, 1-49.
- Yam-Tzec, J. A., Villaseñor-Perea, C. A., Kriuchkova-Romantchik, E., Soto-Escobar, M., & Peña-Peralta, M. Á. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 74-82.