

Universidad Autónoma de Santo Domingo

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Distribución y diversidad de náyades de odonatos (Insecta: Odonata) en la Reserva
Científica Ébano Verde: relación con litología, hidrografía y cobertura boscosa

Propuesta de tesis para optar por el título de Licenciatura en Biología

Sustentante

Br. América Sánchez Rosario

Matrícula

DF-9295

Asesores

Ruth H. Bastardo L., M Sc.

José Ramón Martínez Batlle, Ph.D.

Santo Domingo, D. N.

10 agosto de 2018

INTRODUCCIÓN

La región Caribe es considerada uno de los lugares más importantes para la biodiversidad a nivel global (Myers *et al.*, 2000). La isla Española, cuya parte oriental pertenece a República Dominicana, presenta una singular diversidad de hábitats y especies, tanto por su compleja historia geológica (Pérez-Estaún *et al.*, 2010) como por su paleogeografía (Graham, 2003; Pindell y Kennan, 2009), contribuyendo así a la variedad y complejidad de sus múltiples ambientes terrestres, acuáticos, costeros y marinos, y a la biota asociada a los mismos (Fern y Moreno, 2015).

La biodiversidad dominicana está sometida a múltiples amenazas (Fern y Moreno, 2015; Kennedy *et al.*, 2006; Myers *et al.*, 2004). Muchos factores influyen en la pérdida de biodiversidad, la fragmentación de los hábitats producto de perturbaciones naturales o antropización en muchas áreas de la isla son ejemplo de ello. Estudios que contribuyan a mejorar la falta de información en cuanto a aspectos ecológicos, inventarios, abundancia y distribución de las especies, son necesarios.

Un indicador de la pérdida de biodiversidad es la reducción de la cobertura boscosa. Estudios demuestran que entre los años 2000 y 2012 la pérdida de cobertura ha sido significativa en La Española (Hansen *et al.*, 2013), siendo una de las principales causas los incendios forestales. Diversas áreas del país, como los parques nacionales Sierra de Bahoruco, José del Carmen Ramírez y Valle Nuevo (Myers *et al.*, 2004) han sido afectadas por los mismos. Una evaluación que he realizado con imágenes de satélite para los fines de esta investigación, detectó que al menos un 5 % del bosque de la Reserva Científica Ébano Verde (en lo adelante, RCEV) ha resultado afectado por incendios forestales en las últimas décadas.

Un caso de pérdida de diversidad para la RCEV fue estudiado por Slocum *et al.* (2000), quienes compararon la diversidad florística de áreas dominadas por helechos (especialmente *Dicranopteris pectinata*) y bosques ribereños en un área de montaña tropical de la reserva, demostrando que los helechos pueden limitar la diversidad y densidad de plantas leñosas, debido a la competencia por el espacio y a la restricción en la dispersión de semillas. May (2000) también examinó la respuesta de la vegetación en un "calimetal" de *Dicranopteris pectinata* después de un fuego en la RCEV. Estos estudios permitieron que Navarro *et al.* (2006) diseñaran un plan de acción para la restauración de las especies nativas en los helechales de la reserva.

La RCEV ha sido un espacio de alto interés para el estudio de la vegetación, mas no así para la fauna de invertebrados. Sus elevaciones y clima, producto de las precipitaciones frecuentes, contribuyen al caudal en los nacimientos de varios ríos que abastecen las necesidades de agua de los pueblos de Constanza y Jarabacoa. Es por esto que consideramos la reserva como un lugar idóneo para el estudio de la fauna, especialmente insectos.

Varios estudios en la RCEV han sido enfocados hacia la respuesta o interacciones entre plantas a perturbaciones (May, 2000; Slocum *et al.*, 2000) y otros sobre musgos (Mateo Jiménez, 2011) y hongos (Quírico Batista, 2004). Sin embargo, se han realizado pocas aportaciones sobre los invertebrados, específicamente insectos, siendo el trabajo más reciente la lista de especies publicada por Perez-Gelabert (2015).

Los odonatos (Insecta: Odonata), conocidos comúnmente como caballitos, helicópteros, libélulas o pinchitos en el caso de los Zygoptera (caballitos como nombre común para los dominicanos), son insectos hemimetábolos que viven asociados a cuerpos de agua, los cuales necesitan en su primera etapa de desarrollo (náyade). Es uno de los órdenes mejor conocidos a nivel mundial, muy abundantes y de fácil identificación en el campo (Ramírez, 2010). Aunque aún existen vacíos en varios aspectos, en la isla Española según Bastardo y

Sánchez-Rosario (2017), la taxonomía y distribución de este grupo ha sido bien estudiada. Su asociación con ecosistemas acuáticos, los hace aptos para el estudio de la biodiversidad.

En República Dominicana no se ha encontrado un registro sobre la posible asociación de los odonatos con factores de tipo litológico, hidrográfico y cobertura boscosa. Partiendo del hecho de que el tipo de roca influye en el ecosistema, se analizará su posible asociación con el grupo de estudio.

En esta investigación se propone, determinar si la composición y estructura de las poblaciones de náyades de odonatos de la RCEV varía según los cambios en los estratos litología (tipo de roca), hidrografía (orden de red hidrográfica) y cobertura boscosa. A la combinación generada entre los estratos se le denomina subgrupo (Triola, 2009; Rojas Tejada *et al.*, 2000) y estos subgrupos facilitarán el muestreo. Este conocimiento podría servir de apoyo a futuras acciones de conservación, pues cinco de las especies de odonatos presentes en la Reserva, son endémicas de la República Dominicana (Flint *et al.*, 2006; Perez-Gelabert, 2015).

ANTECEDENTES

Flint *et al.* (2006) compilaron la información disponible sobre odonatos en una lista por provincias de la República Dominicana un total de 67 especies, de las cuales siete endémicas y ocho especies en la actualidad con *Hipolestes hatuey* (antes *Hipolestes trinitatis*) descrita por Torres-Cambas *et al.* (2015), las 59 restante son nativas. Perez-Gelabert (2008) en el catálogo sobre los artrópodos de La Hispaniola registró la fauna viviente, extinta o en ámbar sobre Odonata.

Otro estudio que incluye los odonatos, es el de Almonte Espinosa (2012), el cual relaciona la presencia de la cigüita del río con la abundancia y diversidad del grupo de los insectos acuáticos y otros invertebrados. Aunque en este estudio los odonatos no fueron uno de los órdenes mejor representados, nos ofrece datos de relevancia de sus depredadores.

En el análisis sobre los odonatos de la Cordillera Central de la República Dominicana, Sánchez Rosario y Bastardo (2014) sugieren que la riqueza de odonatos es baja, a pesar de la gran cantidad de ríos y arroyos. En esta cordillera se encuentran 34 de las 123 áreas protegidas del país siendo la RCEV el área protegida con mayor riqueza de especies.

Otro trabajo donde se refleja la necesidad de ampliar el conocimiento sobre las libélulas dominicanas es el de Sánchez Rosario (2015) sobre los Libelúlidos de la Colección Entomológica del Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas (IIBZ). Un salto importante en el registro de especímenes de esta familia (Libellulidae), la cual se encuentra dividida en dicha colección en dos periodos de colecta, 1958-1979 y 2001-2004. Al menos unas cuatro provincias del país aún no han sido exploradas y se encuentran sin ningún registro de esta familia.

Recientemente, (Bastardo y Sánchez-Rosario, 2017) ofrecen una panorámica más completa sobre los insectos acuáticos incluyendo libélulas. Este trabajo refiere que pocas es-

pecies de insectos tienen algún nivel de protección legal, siendo los odonatos el segundo grupo de insectos incluidos en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN.

Perez-Gelabert (2015) lista las especies de insectos conocidos para la RCEV. Los odonatos estuvieron representados por 17 especies en siete familias. A pesar de lo escrito anteriormente, no existe un trabajo previo publicado sobre los odonatos en esta área protegida, ni estudios que contemplen aspectos ecológicos y de diversidad sobre el grupo.

JUSTIFICACIÓN

Los estudios sobre odonatos en la República Dominicana han sido orientados a taxonomía y distribución de especies. Factores ambientales como topografía, geología, clima, entre otros, influyen en la vegetación (Castillo Torre *et al.*, 1997; May, 2007) ofreciendo múltiples hábitats que son utilizados por especies de invertebrados, es importante analizar esta interacción. En particular la asociación de los odonatos con su ambiente, no ha sido estudiada. Este trabajo sería el primero en abordar aspectos ecológicos de este tipo.

Frecuentemente, en ecología se evalúa la asociación entre las especies y su hábitat, para lo cual se requiere de un diseño de muestreo estandarizado, orientado a dar respuesta a preguntas, así como de índices y análisis estadísticos apropiados (De Cáceres y Legendre, 2009). Por tanto el presente estudio se abordará bajo esta condición. A través del estudio de las náyades de odonatos de la RCEV, se podrían inferir asociaciones con factores del entorno, así como también si la composición de especies cambia según el tipo de sustrato sobre el cual se haya originado su ecosistema.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la distribución y diversidad de náyades de odonatos en la RCEV: relación con la litología, la hidrografía y la cobertura boscosa.

Objetivos específicos

1. Estimar la riqueza de especies por estratos
2. Analizar la diversidad alfa en los subgrupos por estratos
3. Comparar la diversidad entre subgrupos (diversidad beta)
4. Evaluar si existe asociación entre las especies y las variables seleccionadas
5. Determinar la distribución de especies en la reserva

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva Científica Ébano Verde está ubicada en la Cordillera Central en los Municipios Constanza y Jarabacoa, Provincia La Vega (Ley Sectorial de áreas protegidas No. 202-04, 2013), en las coordenadas $70^{\circ}31'$ y $70^{\circ}35'$ longitud oeste y $19^{\circ}01'$ y $19^{\circ}06'$ latitud norte. Posee un área aproximada de 23.1 km^2 , la misma abarca los picos de las lomas La Golondrina, La Sal, El Col y Alto de Casabito (Fig.1).

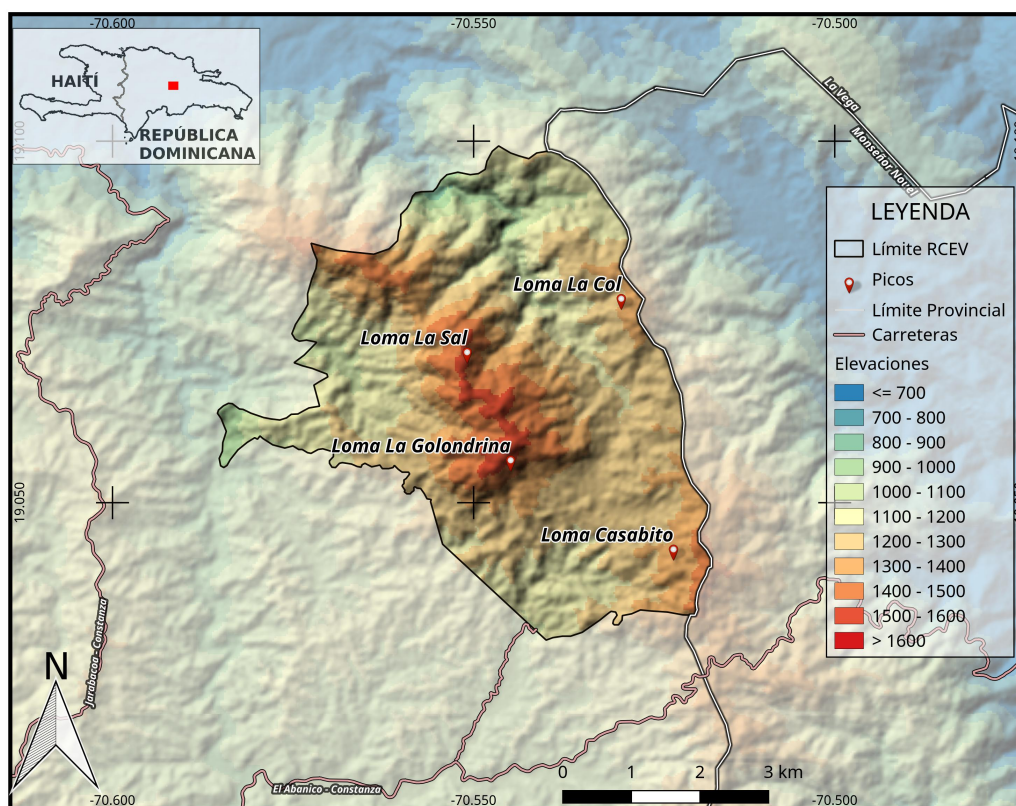


Figura 1: Límites de la Reserva Científica Ébano Verde con sus elevaciones y picos de importancia.

El bosque nublado ocupa la mayor extensión dentro de la Reserva Científica. Las especies arbóreas más características son el palo de viento (*Schefflera tremula*), la manacla (*Prestoea acuminata* var. *montana*) y el ébano verde (*Magnolia pallescens*). Según García *et al.* (1994), en la RCEV se observa un mosaico de la sucesión natural del bosque en numerosas áreas que fueron alteradas por deslizamientos de tierra, fuegos, conucos abandonados y corte para madera, en las cuales se está recuperando la vegetación nativa.

La RCEV está compuesta litológicamente en su mayoría por cuatro tipos de rocas, a saber: a) basaltos, b) leucotonalita hornblendico/biotítica, c) tobas líticas y vítreas masivas y d) tonalita hornblendica (Servicio Geológico Nacional, 2000). Sobre estas rocas fluyen los nacimientos de los ríos Camú, Jimenoa y Jatubey, y algunos arroyos caudolosos como La Sal, Bonito y El Arroyazo (Fern y Moreno, 2015).

Selección y ubicación de los puntos de muestreo

El diseño de muestreo aleatorio estratificado por subgrupos (Krebs, 1989; Triola, 2009) es el más idóneo para alcanzar los objetivos propuestos y determinar si la composición y estructura de las poblaciones de odonatos en la RCEV varían según los cambios de cobertura, litología e hidrografía. En observaciones no sistemáticas sobre los odonatos en la RCEV se ha verificado variabilidad en cuanto abundancia y riqueza de especies según litología e hidrografía. Por esta razón, se reunirán capas de información geográfica, así como datos de campo preliminares sobre evidencia de esos subgrupos.

Con esta información, se estratificará considerando como subgrupos la combinación del orden de red (del inglés *stream order*) de Strahler (1952), el tipo de roca y la cobertura boscosa.

Los puntos de muestreo se ubicarán utilizando el Sistema de Información Geográfica QGIS (QGIS Development Team, 2018), R (R Core Team, 2015) y GRASS (Neteler y Mitsova, 2013), empleando como fuente un modelo digital de elevaciones para determinar el orden de red, y el mapa geológico escala 1:50,000 (Servicio Geológico Nacional, 2000) para delimitar el tipo de roca. Para estimar la cobertura boscosa se interpretará digitalmente una imagen de satélite Landsat (NASA LP DAAC, 2000) con poca cubierta de nubes.

El número de puntos por tipo de roca, orden de red hidrográfica y cobertura boscosa, será calculado en función del porcentaje de representación espacial que ocupen dichas categorías en el área, de manera que queden más representados aquellos subgrupos dominantes dentro de la clasificación por estratos.

Trabajo de campo

Se usarán formularios digitales diseñados para los fines y en formato XML, utilizando la herramienta XLSForm, para coleccionar datos con teléfono celular y almacenarlos con el programa Open Data Kit Aggregate Server, en lo adelante ODK (Hartung *et al.*, 2010). Este diseño facilitará la recogida y manipulación de los datos, para una mayor calidad y eficiencia en el proceso.

Colecta de especímenes

Los especímenes serán coleccionados utilizando una red tipo D arrastrándola contra el sustrato y removiendo el mismo para desprender los organismos (Ramírez, 2010). Para la colecta de individuos de la familia Gomphidae los cuales viven en los bancos de arena, se tamizarán en una malla de 250 μm (Mandal *et al.*, 2008; Torralba Burrial, 2009) uno o varios volúmenes de sedimento. En el tamiz se coleccionarán manualmente los individuos.

Los organismos colectados serán preservados en envases con alcohol etílico al 80 % para ser transportados al laboratorio.

Trabajo de laboratorio

Los especímenes recolectados serán depositados en el Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas (IIBZ), donde se contarán e identificarán hasta el nivel taxonómico más bajo posible, siguiendo a Needham *et al.* (2000) y Westfall y May (1996). Los organismos colectados serán etiquetados con los datos de campo correspondientes, para luego ser incorporados en una base de datos.

Análisis de los datos

Se determinará si existen diferencias significativas de la diversidad alfa entre subgrupos, mediante inferencia estadística utilizando las pruebas t de Student, la de la suma de rangos de Wilcoxon, ANOVA o la de Kruskal Wallis dependiendo de la naturaleza de los datos. Se evaluará el cumplimiento de supuestos de normalidad, homogeneidad de varianzas, entre otros. Para todas las pruebas se elegirá 0.05 como nivel de significancia.

La diversidad beta se calculará utilizando el Índice de Presencia-Ausencia de Jaccard, el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. El uso de este índice tiene la ventaja de que hay disponible una tabla de valores significativos (Real, 1999), con la que se pueden estimar si las similitudes o disimilitudes superan los valores esperados por azar para la cantidad de atributos comparados.

La asociación entre especies y las variables seleccionadas se analizarán mediante el “Índice del Valor Indicador” (IndVal) el cual evaluará el grado de fidelidad que pueda o

no tener una especie a un determinado sustrato (De Cáceres y Legendre, 2009). Todos los análisis estadísticos se realizarán en el ambiente de programación R.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA TESIS

Esta propuesta de tesis se desarrollará bajo la siguiente planificación en 2018-2019:

Actividad / periodo	2018				2019
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Muestreos	x	x			
Procesamiento e identificación de las muestras	x	x	x		
Revisión bibliográfica	x	x	x		
Análisis de los resultados			x	x	
Redacción			x	x	
Defensa y revisión de tesis					x

Referencias

- Almonte Espinosa, H. E., 2012. Caracterización del comportamiento de forrajeo de la cigüita del río *Parkesia motacilla* (Parulidae: Passeriformes) en ecosistemas ribereños de la provincia Duarte, República Dominicana. Tesis para optar por el título de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Santo Domingo, 107 pp.
- Bastardo, R. H., Sánchez-Rosario, A., 2017. Estado del conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos de la isla la española. *Actualidades Biológicas* 39 (107), 75–81 pp.
- Castillo Torre, R., May, T., Domínguez, H., 1997. Estudios sobre fauna y flora de la reserva científica ébano verde. Santo Domingo, República Dominicana. Serie Publicaciones PROGRESSIO 14, 11–24 pp.
- De Cáceres, M., Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90 (12), 3566–3574 pp.
- Fern, L. B., Moreno, A. H., 2015. Reservas de Biosfera Fronterizas en la República de Haití y la República Dominicana (CAREBios), 517 pp.
- Flint, O. S., Bastardo, R. H., Perez-Gelabert, D. E., 2006. Distribution of the Odonata of the Dominican Republic. *Bulletin of American Odonatology* 9, 67–84 pp.
- García, R., Mejía, M., Zaroni, T., 1994. Composición Florística y Principales Asociaciones Vegetales en la Reserva Científica Ebano Verde, Cordillera Central, República Dominicana. *Moscosa* 8, 86–130 pp.
- Graham, A., 2003. Geohistory models and Cenozoic paleoenvironments of the Caribbean region. *Systematic Botany* 28, 378–386 pp.

- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S., Goetz, S., Loveland, T., 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *science* 342 (6160), 850–853 pp.
- Hartung, C., Lerer, A., Anokwa, Y., Tseng, C., Brunette, W., Borriello, G., 2010. Open data kit: tools to build information services for developing regions. In: Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on information and communication technologies and development. ACM, p. 18 pp.
- Kennedy, L. M., Horn, S. P., Orvis, K. H., 2006. A 4000-year record of fire and forest history from Valle de Bao, Cordillera Central, Dominican Republic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 231 (3-4), 279–290 pp.
- Krebs, C. J., 1989. *Ecological methodology*, 745 pp.
- Ley Sectorial de áreas protegidas No. 202-04, 2013. Áreas Protegidas de República Dominicana, del año 2004. Accesible en: [http://www. ambiente. gob. do/cms/archivos/legislacion/ley202-04. pdf](http://www.ambiente.gob.do/cms/archivos/legislacion/ley202-04.pdf).
- Mandal, S. K., Ghosh, A., Bhattacharjee, I., Chandra, G., 2008. Biocontrol efficiency of odonate nymphs against larvae of the mosquito, *Culex quinquefasciatus* Say, 1823. *Acta Tropica* 106 (2), 109–114 pp.
- Mateo Jiménez, A. L., 2011. Diversidad de musgos (Bryophyta) de la Reserva Científica Ébano Verde, La Vega, República Dominicana. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Santo Domingo, 84 pp.
- May, T., 2007. Composición, estructura y diversidad en los bosques nublados latifoliados de la Reserva Científica Ébano Verde (Cordillera Central, República Dominicana). *Moscosoa* 15, 156–176 pp.

- May, T. H., 2000. Respuesta de la vegetación en un calimetal de *Dicranopteris pectinata* después de un fuego, en la parte oriental de la Cordillera Central, República Dominicana. *Moscoso* 11, 113–132 pp.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403 (6772), 853 pp.
- Myers, R., O'Brien, J., Mehlman, D., Bergh, C., 2004. Evaluación del manejo del fuego en los Ecosistemas de tierras altas de la República Dominicana. Global Fire Initiative Informe Técnico 2, 25 pp.
- NASA LP DAAC, 2000. Srtm 1 arc-second global. <https://earthexplorer.usgs.gov/>, published September 2014, accessed May 2017.
- Navarro, L., Slocum, T., Zimmermann, M. J., 2006. Restauración de las especies nativas en helechales de la Reserva Científica Ébano Verde. Fundación Progreso.
- Needham, J. G., Westfall J. r., M. J., May, M. L., 2000. Dragonflies of north america., 940 pp.
- Neteler, M., Mitasova, H., 2013. Open source GIS: a GRASS GIS approach. Vol. 689. Springer Science & Business Media.
- Pérez-Estaún, A., Hernaiz Huerta, P. P., Lopera, E., Joubert, M., Escuder Viruete, J., Díaz de Neira, A., Monthel, J., García-Senz, J., Ubrien, P., Contreras, F., 2010. Geología de la República Dominicana: de la construcción de arco-isla a la colisión arco-continente. *Boletín Geológico y Minero* 118, 157–174 pp.
- Perez-Gelabert, D. E., 2008. Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): A checklist and bibliography. Magnolia Press, 530 pp.

- Perez-Gelabert, D. E., 2015. Entomofauna de la Reserva Científica Ébano Verde, Cordillera Central, República Dominicana. *Novitates Caribaea* 8, 61–81 pp.
- Pindell, J. L., Kennan, L., 2009. Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern South America in the mantle reference frame: an update. *Geological Society, London, Special Publications* 328 (1), 1–55 pp.
- QGIS Development Team, 2018. QGIS. A Free and Open Source Geographic Information System. [Online; accessed May-2018].
URL <https://qgis.org/>
- Quírico Batista, M. E., 2004. Basidiomycetes de la Reserva Científica Ébano Verde (Cordillera Central), República Dominicana. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Santo Domingo, 114 pp.
- R Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing.
- Ramírez, A., 2010. Capítulo 5: Odonata. *Revista de Biología Tropical* 58, 97–136 pp.
- Real, R., 1999. Tables of significant values of jaccard's index of similarity. *Miscel·lania Zoologica* 22 (1), 29–40 pp.
- Rojas Tejada, J. A., Fernández Prados, J. S., Pérez Meléndez, C., 2000. Investigar mediante encuestas fundamentos teóricos y aspectos prácticos. *Psicothema* 12 (2), 222 pp.
- Servicio Geológico Nacional, 2000. Mapa Geológico de la República Dominicana, Hojas San José de Ocoa (6071-I), La Ciénaga-Sabana Larga (6171-IV), Azua (6071-II) y La Montería (6171-III). Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, Programa SYSMIN, Unión Europea.
- Slocum, M., Aide, T. M., Zimmerman, J. K., Navarro, L., 2000. La vegetación lenosa en helechales y bosques de ribera en la Reserva Científica Ébano Verde, República Dominicana. *Moscoso* 11, 38–56 pp.

- Strahler, A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin* 63 (11), 1117–1142 pp.
- Sánchez Rosario, A., 2015. Libelúlidos (Odonata: Anisoptera, Libellulidae) de la Colección Entomológica del Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas (IIBZ). In: XIV Jornada de Investigación Científica. Libro de Resúmenes. p. 30.
- Sánchez Rosario, A., Bastardo, R. H., 2014. Análisis de la fauna de odonatos (Insecta) de la Cordillera Central de la República Dominicana presentes en la colección del Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas (IIBZ). In: VIII Congreso de la Biodiversidad Caribeña, Libro de resúmenes. pp. 128–129.
- Torralba Burrial, A., 2009. Estado ecológico, comunidades de macroinvertebrados y de odonatos de la red fluvial de aragón. 1^{ra} edición, 224 pp.
- Torres-Cambas, Y., Lorenzo-Carballa, M. O., Ferreira, S., Cordero-Rivera, A., 2015. *Hypolestes hatuey* sp. nov.: a new species of the enigmatic genus *hypolestes* (odonata, hypolestidae) from hispaniola. *Zootaxa* 4000 (2), 207–226 pp.
- Triola, M. F., 2009. Estadística (10ma edición), 904 pp.
- Westfall, M. J., May, M. L., 1996. Damselflies of North America. Vol. 649. Scientific Publishers Gainesville, 650 pp.