

# Ocurrencia de *Utetheisa ornatix* (Linnaeus, 1758) una especie especializada en *Crotalaria juncea* L. en Magdalena, Colombia (Lepidoptera: Erebidae, Arctiinae)

Valeria Díaz, Léiner E. Benavides, Rafael Haydar-Márquez,  
Jesús Álvarez & Paula A. Sepúlveda-Cano

## Resumen

En el Caribe colombiano se ha promovido la siembra de *Crotalaria juncea* L. como abono verde. Este trabajo registra la presencia de *Utetheisa ornatix* (Linnaeus, 1758) asociada a varias parcelas cultivadas con esta planta en el departamento del Magdalena (Colombia), se presenta una diagnosis para reconocerla, se aportan nuevos registros de distribución para el país. Se discuten otros aspectos de su biología.

**Palabras clave:** Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae, *Utetheisa ornatix*, *Crotalaria juncea*, diversidad, Colombia.

## Occurrence of *Utetheisa ornatix* (Linnaeus, 1758) a species specialised on *Crotalaria juncea* L. in Magdalena, Colombia (Lepidoptera: Erebidae, Arctiinae)

## Abstract

In the Colombian Caribbean, *Crotalaria juncea* L. has been promoted as a green manure. This paper records the presence of *Utetheisa ornatix* (Linnaeus, 1758) associated with several plots cultivated with this plant in the department of Magdalena (Colombia). It also presents a diagnosis for the recognition of the species, while providing new distribution records for the country. Other aspects of their biology are discussed.

**Keywords:** Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae, *Utetheisa ornatix*, *Crotalaria juncea*, diversity, Colombia.

## Introducción

En varios países neotropicales se ha venido promoviendo la siembra de plantas del género *Crotalaria* L. como abono verde, gracias a sus beneficios en la fijación de nutrientes y su efecto nematicida (Betancourth et al. 2011; Colombo et al. 2020; Cruz et al. 2020; de Oliveira et al. 2020). En el departamento del Magdalena (Colombia), en el marco de proyectos de investigación en agroecología se establecieron varias parcelas de la especie *Crotalaria juncea* L. para mejorar las condiciones de los suelos y promover sombra a hortalizas de porte bajo (Sepúlveda-Cano, datos sin publicar). Esta planta, al igual que otras del género *Crotalaria*, es rica en pirrozilina, un alcaloide distribuido en toda la planta (Drussourd et al. 1991). Este alcaloide es utilizado por las larvas de *Utetheisa ornatix* (L.) (Lepidoptera: Arctiinae), y ha sido ampliamente estudiado por el efecto sobre los mecanismos de defensa del insecto, así como procesos involucrados en la reproducción (por ejemplo, como la estimulación de producción de huevos, formación de nuevos óvulos) (Dussourd et al. 1991; LaMunyon & Eisner, 1993; LaMunyon, 1997; Lim & Greenfield, 2007; Ferro et al. 2006; González et al. 1999; Iyengar & Eisner, 1999; Trigo et al. 2018). Se ha reportado que las larvas de *U. ornatix* adquieren estos alcaloides al consumir semillas de *Crotalaria* evadiendo este mecanismo de defensa de la planta y usándolos para su beneficio hasta la etapa adulta (Drussourd et al. 1991; García et al. 2001). La habilidad para

defenderse de depredadores y algunas características biológicas de la especie, como el peso de la pupa, están mediados por la especie de *Crotalaria* de la que se alimentan las larvas (Pareje, 2022) y por las condiciones de estrés a las que estén expuestas las plantas hospederas (Moreno et al. 2021). En este sentido, *U. ornatix* es considerada una de las principales plagas de este abono verde (Días et al. 2009; Signoretto et al. 2008).

*Utetheisa ornatix* se distribuye ampliamente en América del Norte al este de las Montañas Rocosas, extendiéndose por América del Sur (GBIF, 2024; Pease, 1968). La especie tiene amplias variaciones en el patrón de coloración alar entre individuos, una característica necesariamente común en Lepidoptera donde es frecuente que el patrón de coloración sea relativamente estable dentro de cada especie (Gawne & Nijhout, 2019). Ciertos autores han determinado que presenta diversos patrones de coloración que no obedecen a su distribución geográfica (Brou, 2009).

## Materiales y métodos

Entre enero y diciembre de 2022 se visitaron 33 parcelas en once municipios del departamento del Magdalena (Caribe colombiano) cultivadas con cuatro subparcelas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., *Crotalaria juncea*, *Zea mays* L. y *Pueraria thomsonii* (Benth.) Wiersema ex D. B. Wars, cada una de 625 m<sup>2</sup>. En cada cultivo se realizó una exploración y recolección manual de los ejemplares encontrados de *U. ornatix*. Estas se llevaron al laboratorio de entomología de la Universidad del Magdalena para montaje e identificación con las descripciones de Brou (2009) y Grados et al. (2021). Se realizó un registro fotográfico en campo y se describieron los daños realizados por las larvas de *U. ornatix* en caso de haber estado presentes. Se recolectaron ejemplares amparados en el permiso marco de la Autoridad Nacional Ambiental de Colombia número 1.293 de 2013. Todos fueron depositados en la Colección Biológica de la Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia).

**Figura 1.** Adulto de *Utetheisa ornatix*. **a)** Hembra, vista dorsal. **b)** Hembra, vista ventral. **c)** Macho, vista dorsal. **d)** Macho, vista ventral.



## Resultados

Se recolectaron 36 adultos de la especie *U. ornatrix* en siete de los once municipios visitados, la mayoría fueron encontrados sobre plantas de *C. juncea* (n=13) y las demás en frijol (n=5), en maíz (n=1) o sobrevolando estaciones de muestreo en la matriz (n=17). Los estados inmaduros (n=116), aunque no se recolectaron, en el 100% de las observaciones se registraron sobre *C. juncea*.

Diagnóstico: Macho (Figuras 1a, 1b). Cuerpo blanco con una mancha negra sobre la región frontoclipeal, mancha negra en el vértex frecuentemente presente, dos manchas negras (también en forma de puntos) y a veces una mancha rosa en las patagias, dos o tres manchas en forma de puntos negros en cada tégula, seis más en vista dorsal del tórax y algunas veces de cuatro a seis en los esternos torácicos. Antenas filiformes. Patas blancas con áreas negras, especialmente en los tarsómeros. Vista dorsal del ala anterior rosa pálido con una banda rojiza entrecortada e intercalada con puntos negros en el margen costal, termen frecuentemente con una banda rojiza ubicada entre dos líneas de puntos negros; en vista ventral toda la superficie rojiza, mancha postdiscal negra y alargada y dos manchas más cerca al ápice; termen con línea de manchas redondeadas negras. Las alas posteriores anchas, blancas excepto el margen costal el cual es de color rosa dorsalmente y rojizo en vista ventral; termen con mancha irregular negra visible dorsal y ventralmente desde el ápice hasta el tornus. Hembra (Figura 1c, 1d). Coloración y forma similar al macho, excepto por el mayor tamaño de las manchas negras de las dos alas en vista ventral y la presencia en muchas ocasiones de una mancha negra postdiscal pequeña y alargada en la cara ventral del ala posterior.

Material examinado: COLOMBIA, Magdalena, Ariguani, Finca Panorama, 74°11'13"W 9°55'3"N, en *Crotalaria juncea*, 2 ♂, 3 ♀, 8-VI-2022, Col: Sepúlveda-Cano, P.A.; Benavides, L. Haydar, R., Álvarez, J. Guamal, Finca Asomupropan, 74°14'56"W 9°10'17"N en *C. juncea*, 1 ♂, 2 ♀, 19-V-2022, mismos colectores; Finca Dios da para todos, 74°4'11"W 9°20'10"N; 2 ♀, 19-V-2022, mismos colectores; Pivijay, IED Agropecuario José María Herrera, 74°36'15"W 10°27'50"N, en *C. juncea*, 3 ♂, 2 ♀, 8-VI-2022, mismos colectores; Finca Jerusalén, 74°27'3"W 10°26'35"N, en *C. juncea*, 7 ♂, 2 ♀, mismos colectores; Plato, Finca Villa Maná, 74°44'23"W 9°48'20"N, en *C. juncea*, 2 ♂, 1 ♀, 25-VI-2022, mismos colectores; Finca La Fé, 74°37'45"W 9°51'44"N, 1 ♂, 24-I-2022, mismos colectores; San Sebastián de Buenavista, Finca Bellavista, 74°21'9"W 9°15'56"N, en frijol, 1 ♂, 19-V-2022, mismos colectores; Santa Ana, Finca Burro viejo, 74°33'39"W 9°19'42"N, en mezcla de abonos verdes, 2 ♂, 1 ♀, 20-V-2022, mismos colectores; Finca el Redil, 74°38'13"W 9°23'43"N, en *C. juncea*, 1 ♀, 20-V-2022, mismos colectores; Sitionuevo, Finca Aguaviva, 74°42'7"W 10°47'34"N, 1 ♂, 20-XII-2022, mismos colectores; Finca la Bendición de Dios, 74°42'25"W 10°59'15"N, 2-VI-2022, mismos colectores 1 ♀; Finca Macondo 1, 74°44'31"W 10°57'31"N, 1 ♂, 1 ♀, 2-VI-2022, mismos colectores.

Durante las visitas se registraron varias generaciones de esta especie coexistiendo. Si bien no se recolectaron estados inmaduros, durante los muestreos se observaron larvas (n=>100 observaciones) mayormente y en forma consistente en el tercio apical de los tallos de *C. juncea*, alimentándose por uno de los lados, promoviendo el quiebre del tallo en todos los casos (Figuras 2a y 2b) y estimulando el brote de ramas por debajo del daño en la mayoría de las plantas. También se observaron larvas en hojas y frutos, en menor proporción.

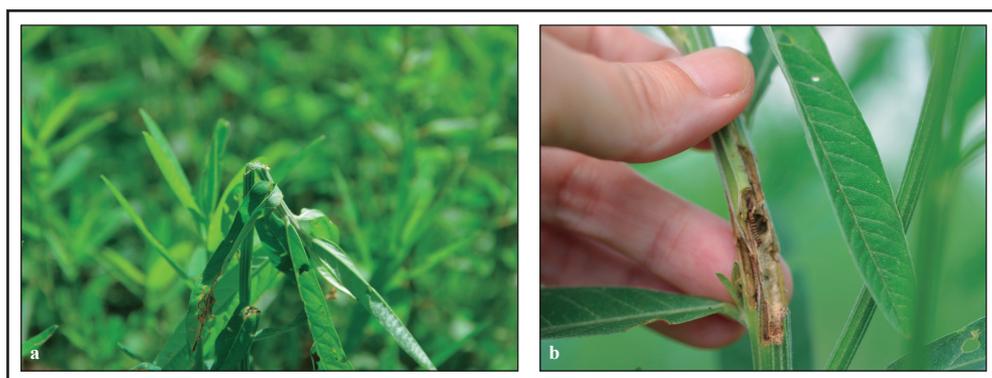
## Discusión

Desde 1968 se reconocen cinco subespecies de *U. ornatrix* (L.), asignadas con base en las variaciones y restricciones geográficas de sus patrones de coloración en cuanto a cinco aspectos: el color del pigmento del ala anterior, la distribución del pigmento blanco del ala anterior, las manchas negras del ala anterior, los márgenes negros del ala posterior y el color predominante del ala posterior de la siguiente forma: *U. ornatrix bella* (L., 1758) restringida a Estados Unidos, *U. ornatrix ornatrix* (L., 1758) en Centro y Sudamérica, *U. ornatrix venusta* (Dalman, 1823) en las Antillas Mayores, *U. ornatrix stretchii* (Butler, 1877) sólo en Puerto Rico y *U. ornatrix saint-croixensis* Pease, 1973 en Islas Vírgenes (EE.UU.) (Pease, 1968). Todos los ejemplares recolectados en el departamento del Magdalena corresponden a la subespecie *U. ornatrix ornatrix* compartiendo el mismo patrón descrito para la subespecie presente en Sudamérica.

La preferencia alimentaria observada de las larvas de las especies fue *C. juncea*, ratifican su especialización en plantas del género *Crotalaria*, lo cual ha sido ampliamente documentado (Choi et al. 2007; Córdova-Ballona

et al. 2022; del Campo et al. 2005; Gallo et al. 2002; García et al. 2001; Hurtado, 2009; Prada et al. 2021). Sin embargo, aunque la mayoría de autores las registran alimentándose de hojas, flores y frutos (Castro & Montalvão, 2018; Córdova-Ballona et al. 2022; Ferro et al. 2006, Franco & Cogni, 2013; Hurtado 2009), en nuestras observaciones predominó la alimentación en tallos ( $n > 100$ ) y sólo encontramos cinco casos en los que larvas de primer o segundo estado se estaban alimentando en hojas. Esto, posiblemente influenciado por el hecho que, durante nuestros muestreos la mayoría de las plantas no estaban en floración. Algunos autores sugieren que en las hojas, las larvas pueden consumir una mayor cantidad del alcaloide que les proporciona defensa ante depredadores aunque les hace más vulnerables al canibalismo (Bogner & Eisner, 1991).

**Figura 2.** Daño de *Utetheisa ornatrix* en *Crotalaria juncea*. **a)** Quiebre del ápice de la planta por el daño de la larva. **b)** Larva alimentándose en el tercio apical del tallo.



De acuerdo con las observaciones de este estudio, si bien las larvas ocasionaron lesiones a los tallos, no se sugeriría considerar a la especie como plaga o de mayor importancia económica en el caso particular de cultivos de *C. juncea* para abono verde, ya que las plantas se cortan e incorporan antes de su floración. Debemos tener en cuenta que las plantas produjeron nuevas ramas luego del daño ocasionado por el insecto, sin aparente pérdida de biomasa. Sin embargo, a futuro se deberían hacer evaluaciones que permitan cuantificar tal pérdida, si es el caso. Si las plantas han de usarse para la obtención de semillas, al igual que otros autores en el pasado, se debería evaluar su impacto dado que podría ser limitante para la reproducción de la planta (Bair et al. 1957; Castro & Montalvão, 2018).

De acuerdo con el GBIF (2024) América cuenta con 7.626 registros de *U. ornatrix* en 12 conjuntos de datos distribuidos en 53 países. En Colombia, se habían documentado 48 observaciones de la especie en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Arauca, Boyacá, Casanare, Magdalena, Meta, Caldas, Quindío, Córdoba, Atlántico, Sucre, Norte de Santander, Risaralda y Valle del Cauca (GBIF, 2024; Ortega-Galván et al., 2017); en este trabajo se amplía el registro para los municipios Ariguaní, Guamal, Pivijay, Plato, Sitionuevo, Santa Ana y San Sebastián de Buenavista.

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Sistema General de Regalías de Colombia como parte del proyecto “Desarrollo, transferencia de tecnología y conocimiento para la innovación, atendiendo las problemáticas asociadas con la oferta de productos hortofrutícolas, derivadas de la emergencia económica, social y ecológica causada por el COVID-19 en el departamento de Magdalena”, con código BPIN 2020000100768.

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen ningún interés financiero conocido, ni relaciones personales, que pudieran haber influido en el trabajo que se presenta en este artículo.

## Referencias

- Betancourth, C., Salazar, C., & Rodríguez, M. (2011). Soil coverage evaluation with calendula (*Calendula officinalis* L.), crotalaria (*Crotalaria* sp.) and oat (*Avena* sp.) in *Meloidogyne* spp. control in quito orange (*Solanum quitoense* Lam.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 43-57.
- Bogner, F., & Eisner, T. (1991). Chemical basis of egg cannibalism in a caterpillar (*Utetheisa ornatrix*). *Journal of chemical ecology*, 17, 2063-2075. <https://doi.org/10.1007/BF00987992> PMID:24258590
- Brou, V. A., Jr. (2009). *Utetheisa ornatrix* (L., 1758) and *Utetheisa bella* (L., 1758) (Lepidoptera: Arctiidae) in Louisiana. *Southern lepidopterists' news*, 31(1), 119-123.
- Castro M. T., & Montalvão S. C. L. (2018). Danos ocasionados por *Utetheisa ornatrix* (Lepidoptera: Arctiinae) em espécies de *Crotalaria* no Distrito Federal, Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 31, 53-59.
- Córdova-Ballona, L., del Carmen Lagunes-Espinoza, L., de la Cruz-Pérez, A., Rincón-Ramírez, J. A., & Sánchez-Soto, S. (2022). Insectos asociados a *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. (Fabales: Fabaceae) en La Chontalpa, Tabasco, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8(1), 1-14. <https://doi.org/10.30973/aap/2022.8.0081002>
- Choi, M. Y., Lim, H., Park, K. C., Adlof, R., Wang, S., Zhang, A., & Jurenka, R. (2007). Identification and biosynthetic studies of the hydrocarbon sex pheromone in *Utetheisa ornatrix*. *Journal of chemical ecology*, 33, 1336-1345. <https://doi.org/10.1007/s10886-007-9306-1> PMID:17510777
- Colombo, J. N., Puiatti, M., Santos, R. H. S., dos Santos Dias, L. A., & Silvestre, H. C. (2020). Cultivos sucesivos de brócoli, maíz verde y guisantes después del consorcio taro (*Colocasia esculenta*) crotalaria (*Crotalaria juncea*). *Acta Agronómica*, 69(4), 331-339. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n4.61794>
- Cruz, T. T., Asmus, G. L., & Garcia, R. A. (2020). *Crotalaria* species in succession to soybean for the management of *Pratylenchus brachyurus*. *Ciência Rural*, 50(7), e20190645. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190645>
- del Campo, M. L., Smedley, S. R., & Eisner, T. (2005). Reproductive benefits derived from defensive plant alkaloid possession in an arctiid moth (*Utetheisa ornatrix*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(38), 13508-13512. <https://doi.org/10.1073/pnas.0505725102> PMID:16174744 PMCid:PMC1224640
- de Oliveira Miranda, N., Morais de Sousa Vanomark, G. M., Costa e Melo, I. G., & Bezerra de Góes, G. (2020). Biomass of *Crotalaria juncea* as a function of plant densities in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Agronomía Colombiana*, 38(1), 148-155. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n1.78957>
- Dias, N. D. S., Micheletti, S. M. F. B., Tourinho, L. D. L., Rezende, L. D. P., & Araújo, E. D. (2009). Occurrence of *Utetheisa ornatrix* (L., 1758) (Lepidoptera: Arctiidae) attacking *Crotalaria* spp. (Fabaceae) in Alagoas State, Brazil. *Caatinga*, 22(3), 1-2.
- Dussourd, D. E., Harvis, C. A., Meinwald, J., & Eisner, T. (1991). Pheromonal advertisement of a nuptial gift by a male moth (*Utetheisa ornatrix*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(20), 9224-9227. <https://doi.org/10.1073/pnas.88.20.9224> PMID:1924385 PMCid:PMC52686
- Ferro, V. G., Guimarães, P. R. Jr., Trigo, J. R. (2006). Why do larvae of *Utetheisa ornatrix* penetrate and feed in pods of *Crotalaria* species? Larval performance vs. chemical and physical constraints. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 121, 23-29. <https://doi.org/10.1111/j.1570-8703.2006.00450.x>
- Franco, M. S., & Cogni, R. (2013). Common-garden experiments reveal geographical variation in the interaction among *Crotalaria pallida* (Leguminosae: Papilionidae), *Utetheisa ornatrix* L. (Lepidoptera: Arctiidae), and extrafloral nectary visiting ants. *Neotropical entomology*, 42, 223-229. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0114-8> PMID:23949803
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., Batista, G. C., Berti Filho, E., Parra, J. R. P., Zucchi, R. A., Alves, S. B., Vendramim, J. D., Marchini, L. C., Lopes, J. R. S. & Omoto, C. (2002). *Entomologia Agrícola*. Piracicaba.
- García, M., Treto, E., & Álvarez, M. (2001). Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 22(4), 11-16.
- Gawne, R., & Nijhout, F. H. (2019). Expanding the nymphalid groundplan's domain of applicability: pattern homologies in an arctiid moth (*Utetheisa ornatrix*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 126(4), 912-924. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/bly193>
- GBIF.org (15 December 2023) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.z698tm>
- González, A., Rossini, C., Eisner, M., & Eisner, T. (1999). Sexually transmitted chemical defense in a moth (*Utetheisa*

- ornatrix*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(10), 5570-5574. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.10.5570> PMID:10318925 PMCID:PMC21901
- Grados, J., López, E., Olanda, E., Mojorovich, M., & Cerdeña, J. (2021). Estudio preliminar de los Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) del departamento de Arequipa, Perú. *Revista peruana de biología*, 28(1), e19758. <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i1.19758>
- Hurtado, L. (2009). Descripción del ciclo biológico de *Utetheisa ornatrix venusta* (Dalm) (Lepidoptera: Arctiidae) con una dieta artificial. *Centro Agrícola*, 36(4), 79-84.
- Iyengar, V. K., & Eisner, T. (1999). Female choice increases offspring fitness in an arctiid moth (*Utetheisa ornatrix*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(26), 15013-15016. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.26.15013> PMID:10611329 PMCID:PMC24764
- LaMunyon, C. W., & Eisner, T. (1993). Postcopulatory sexual selection in an arctiid moth (*Utetheisa ornatrix*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(10), 4689-4692. <https://doi.org/10.1073/pnas.90.10.4689> PMID:8506319 PMCID:PMC46578
- LaMunyon, C. (1997). Increased fecundity, as a function of multiple mating, in an arctiid moth, *Utetheisa ornatrix*. *Ecological Entomology*, 22(1), 69-73. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1997.00033.x>
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Laurentii Salvii, Editio 10.* Holmiae. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.542>
- Lim, H., & Greenfield, M. D. (2007). Female pheromonal chorusing in an arctiid moth, *Utetheisa ornatrix*. *Behavioral Ecology*, 18(1), 165-173. <https://doi.org/10.1093/beheco/arl069>.
- Moreno, C., Barbosa, L. L., Lima, L. S., & Ferro, V. G. (2021). Effect of light stress on *Crotalaria spectabilis* (Fabaceae) and on its herbivore insect, the moth *Utetheisa ornatrix* (Erebidae: Arctiinae). *Iheringia. Série Zoologia*, 111, e2021018. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2021e2021018>
- Ortega-Galván, J., Guzmán, J. D., & Martínez-Habibe, C. (2017). *Departamentos de Sucre y Atlántico, Colombia: Lepidópteros de Sucre y Atlántico*. [https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/813\\_colombia\\_lepidopteros\\_de\\_sucre\\_y\\_atlantico.pdf](https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/813_colombia_lepidopteros_de_sucre_y_atlantico.pdf)
- Pease, R. W. J. (1968). Evolution and hybridization in the *Utetheisa ornatrix* complex (Lepidoptera: Arctiidae). I. Inter- and intra-population variation and its relation to hybridization. *Evolution*, 22, 719-735. <https://doi.org/10.2307/2406898> PMID:28562845
- Prada, F., Stashenko, E. E., & Martínez, J. R. (2021). Volatiles Emission by *Crotalaria nitens* after Insect Attack. *Molecules*, 26(22), 6941. <https://doi.org/10.3390/molecules26226941> PMID:34834034 PMCID:PMC8618423
- Signoretti, A. G. C., Nava, D. E., Bento, J. M. S., & Parra, J. R. P. (2008). Biology and thermal requirements of *Utetheisa ornatrix* (L.) (Lepidoptera: Arctiidae) reared on artificial diet. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51, 447-453. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000400001>
- Trigo, J. R., Martins, C. H., Cunha, B. P., & Solferini, V. N. (2018). Native or nonnative host plants: What is better for a specialist moth? *Biological Invasions*, 20, 849-860. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1577-z>

Valeria Díaz  
 Universidad del Magdalena  
 Carrera 32 #22-08 Bloque Ciénaga Grande primer piso  
 Santa Marta  
 Magdalena  
 COLOMBIA / COLOMBIA  
 E-mail: valeriadiazas@unimagdalena.edu.co  
<https://orcid.org/0009-0000-4464-7103>

Léiner E. Benavides  
Universidad del Magdalena  
Carrera 32 #22-08 Bloque Ciénaga Grande primer piso  
Santa Marta  
Magdalena  
COLOMBIA / *COLOMBIA*  
E-mail: leinerbenavideser@unimagdalena.edu.co  
<http://orcid.org/0000-0001-8545-2417>

Rafael Haydar-Márquez  
Universidad del Magdalena  
Carrera 32 #22-08 Bloque Ciénaga Grande primer piso  
Santa Marta  
Magdalena  
COLOMBIA / *COLOMBIA*  
E-mail: rafaelhaydarem@unimagdalena.edu.co  
<http://orcid.org/0009-0001-3411-3017>

Jesús Álvarez  
Universidad del Magdalena  
Carrera 32 #22-08 Bloque Ciénaga Grande primer piso  
Santa Marta  
Magdalena  
COLOMBIA / *COLOMBIA*  
E-mail: jesusalvarezmc@unimagdalena.edu.co  
<http://orcid.org/0009-001-2740-2929>

\*Paula A. Sepúlveda-Cano  
Universidad del Magdalena  
Carrera 32 #22-08 Bloque Ciénaga Grande primer piso  
Santa Marta  
Magdalena  
COLOMBIA / *COLOMBIA*  
E-mail: psepulveda@unimagdalena.edu.co  
<http://orcid.org/0000-0003-3294-4084>

\*Autor para la correspondencia / *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 29-V-2024)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 30-VII-2024)

(Publicado / *Published* 30-IX-2025)

**Derechos de autor:** El autor(es). Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons (CC BY 4.0) que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite al autor original y la fuente. / **Copyright:** The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.