






Original

## Caracterización de nidos y relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. en ecosistemas tropicales del norte de Manabí, Ecuador

Characterization of subterranean nests and ecological relevance of *Geotrigona* sp. in tropical ecosystems of northern Manabí, Ecuador

Rosa Victoria González Zambrano \*, Pedro Francisco Chávez Zambrano \*\*, Carlos Javier Zamora-Macías \*\*

\*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” “ESPAM MFL”, Manabí, Ecuador

\*\*Investigador Independiente

Correspondencia: [rgonzales@espam.edu.ec](mailto:rgonzales@espam.edu.ec)

Recibido: Abril, 2026; Aceptado: Mayo, 2026; Publicado: Mayo, 2026.

### RESUMEN

**Antecedentes:** Las abejas nativas sin aguijón del género *Geotrigona* presentan hábitos de anidación subterránea exclusivamente, lo que las hace vulnerables a la degradación del hábitat en ecosistemas tropicales amenazados. **Objetivo.** Caracterizar la arquitectura de los nidos, las condiciones microclimáticas internas, el comportamiento de forrajeo y la relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. en ecosistemas tropicales del norte de Manabí, Ecuador. **Métodos:** Se estudiaron ocho nidos activos en cinco localidades. Se evaluaron variables estructurales, temperatura y humedad interna, comportamiento de forrajeo y flora asociada. Se aplicaron análisis descriptivos, ANOVA y de Student. **Resultados:** Los nidos presentaron profundidades de 0,60–1,20 m y diámetros de entrada de 1,2–2,0 cm. La temperatura interna varió significativamente entre sitios ( $p < 0,001$ ), con Rambuche presentando la media más alta ( $33,20 \pm 1,30$  °C) y Eloy Alfaro la más baja ( $22,15 \pm 1,10$  °C). La humedad fue homogénea (80,45–83,00 %;  $p = 0,808$ ). Se encontraron diferencias estacionales significativas en temperatura y humedad ( $p < 0,05$ ). La actividad de forrajeo mostró un patrón bimodal asociado a la temperatura ambiental. Se identificaron 22 especies vegetales asociadas, destacándose *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia alliodora*, *Inga edulis* y *Vitex cymosa*. **Conclusiones:** *Geotrigona* sp. presenta una arquitectura de nido especializada y capacidad de regulación microclimática. Su rol como polinizador generalista y su asociación con flora nativa la convierten en un elemento clave para la conservación en paisajes fragmentados del norte de Manabí.

**Palabras clave:** abejas sin aguijón, anidación subterránea, conservación, microclima (*Fuente: AGROVOC*)

**Como citar (APA)** González Zambrano, R. V., Chávez Zambrano, P. F., & Zamora-Macías, C. J. (2026). Caracterización de nidos y relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. en ecosistemas tropicales del norte de Manabí, Ecuador. *Revista de Producción Animal*, 38. <https://rpa.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e324>



## ABSTRACT

**Background:** Stingless bees of the genus *Geotrigona* have exclusively subterranean nesting habits, making them vulnerable to habitat degradation in threatened tropical ecosystems. **Objective:** To characterize nest architecture, internal microclimatic conditions, foraging behavior, and ecological relevance of *Geotrigona* sp. in tropical ecosystems of northern Manabí, Ecuador. **Methods:** Eight active nests were studied across five localities. Structural variables, internal temperature and humidity, foraging behavior, and associated flora were evaluated. Descriptive analyses, ANOVA, and t-test were applied. **Results:** Nests showed depths of 0.60–1.20 m and entrance diameters of 1.2–2.0 cm. Internal temperature varied significantly among sites ( $p < 0.001$ ), with Rambuche showing the highest mean ( $33.20 \pm 1.30$  °C) and Eloy Alfaro the lowest ( $22.15 \pm 1.10$  °C). Humidity was homogeneous (80.45–83.00 %;  $p = 0.808$ ). Significant seasonal differences were found for temperature and humidity ( $p < 0.05$ ). Foraging activity showed a bimodal pattern associated with ambient temperature. Twenty-two associated plant species were identified, highlighting *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia alliodora*, *Inga edulis*, and *Vitex cymosa*. **Conclusions:** *Geotrigona* sp. exhibits a specialized nest architecture and microclimatic regulation capacity. Its role as a generalist pollinator and its association with native flora make it a key element for conservation in fragmented landscapes of northern Manabí.

**Keywords:** stingless bees, subterranean nesting, conservation, microclimate (Source: AGROVOC)

## INTRODUCCIÓN

Las abejas nativas sin aguijón (ANSA) constituyen un grupo de aproximadamente 500 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales, siendo las más abundantes en América Latina y cumpliendo un papel fundamental como polinizadores de ecosistemas naturales y cultivados (Contreras *et al.*, 2020; Ramírez *et al.*, 2025). Dentro de este grupo, el género *Geotrigona* (tribu Meliponini) se caracteriza por su pequeño tamaño corporal (2,5 a 5 mm), aguijón funcionalmente atrofiado y alas con venación reducida (Cedeño *et al.*, 2025). Una de las particularidades más distintivas de este género es su hábito de anidación exclusivamente subterránea, lo que implica una alta dependencia de suelos estables y con adecuada cobertura vegetal (Rozen *et al.*, 2023).

Los nidos de *Geotrigona* presentan una arquitectura compleja, que incluye conductos hacia las cámaras de cría y reservas que pueden alcanzar hasta dos metros de longitud (Gennari, 2019). La construcción de estas estructuras involucra el uso de materiales como cera, resinas, tierra y geopropóleo (mezcla de resinas y partículas del suelo), que confieren protección contra depredadores y contribuyen a la regulación microclimática interna (Castillo, 2011; Buckles y Harmon-Threatt, 2019). Esta estrecha relación con el entorno edáfico y vegetal hace que las poblaciones de *Geotrigona* sean altamente sensibles a la deforestación, compactación del suelo y cambios en el uso del territorio, factores que afectan su comportamiento de forrajeo, éxito reproductivo y supervivencia (Martínez *et al.*, 2021).

Las interacciones entre la *Geotrigona* y las plantas contribuyen significativamente a la polinización de ecosistemas naturales y cultivados, ya que la mayoría de las especies nativas dependen de este servicio para la producción de frutos y semillas (Zariman *et al.*, 2022). Estas abejas son polinizadores generalistas (*polylectic*), lo que les permite explotar una amplia diversidad de

recursos florales a lo largo del año, incluyendo néctar, polen y resinas (Collantes *et al.*, 2023; Ramírez-Montero *et al.*, 2025). Sin embargo, en Ecuador, a pesar de que la Constitución asegura la protección de la naturaleza, la ausencia de políticas locales efectivas dificulta su conservación, mientras que la agricultura intensiva y la deforestación continúan degradando sus hábitats (Córdova *et al.*, 2025).

En el norte de la provincia de Manabí, los ecosistemas tropicales presentan una heterogeneidad que incluye bosque seco tropical, bosque semihúmedo y agroecosistemas tradicionales, los cuales generan un mosaico paisajístico que puede favorecer la anidación y actividad de forrajeo de la *Geotrigona* (Zúñiga *et al.*, 2022; Padilla *et al.*, 2023). No obstante, estos ecosistemas han sido catalogados como altamente amenazados por la expansión agrícola, ganadera y la fragmentación del hábitat (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), lo que ha reducido las poblaciones de polinizadores nativos y afectado la estabilidad ecológica (Manzanarez-Villasana *et al.*, 2025).

La comprensión de los requerimientos ecológicos de *Geotrigona*, incluyendo las características de sus sitios de anidación, las condiciones microclimáticas que mantienen sus colonias y los recursos florales que explotan, resulta fundamental para generar información base que permita diseñar estrategias de conservación efectivas (Cevallos *et al.*, 2025). Por ello, el presente estudio tiene el objetivo de caracterizar la arquitectura de los nidos, las condiciones microclimáticas internas, el comportamiento de forrajeo y la relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. en ecosistemas tropicales del norte de Manabí, Ecuador

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en ecosistemas tropicales del norte de la provincia de Manabí, Ecuador, específicamente en cinco localidades: Rambuche (2 nidos) en el cantón Jama; las parroquias Boyacá (1 nido) y Eloy Alfaro (3 nidos) en el cantón Chone; El Zapallo (1 nido) en el cantón Flavio Alfaro; y El Cabuyal (1 nido) en el cantón San Vicente. Estas localidades corresponden a zonas costeras y subcosteras, caracterizadas por una combinación de bosque seco tropical, bosque semihúmedo tropical y remanentes de bosque siempreverde, intercalados con áreas agrícolas y ganaderas. El clima es tropical megatérmico, con temperaturas medias anuales entre 24 y 26 °C y precipitaciones que oscilan entre 500 y 1500 mm anuales, con un marcado periodo lluvioso (diciembre–mayo) y un periodo poco lluvioso (junio–noviembre).

### Selección de nidos y caracterización estructural

Mediante muestreo dirigido (no probabilístico), se seleccionaron ocho nidos subterráneos activos de *Geotrigona* sp., los cuales fueron georreferenciados para su identificación. Para la caracterización estructural se realizaron mediciones directas de: profundidad del nido, diámetro de la entrada (piquera), distancia desde la entrada hasta la cámara principal, arquitectura del túnel de acceso, tipo de suelo, y presencia de celdas de cría, potes de miel/polen e involucro. Las

excavaciones se realizaron con herramientas manuales, procediendo con cuidado para no dañar la estructura del nido.

### **Registro de condiciones microclimáticas**

Se registró el microclima interno de cada nido mediante termohigrómetro digital (Extech, modelo 445702; precisión  $\pm 0,5$  °C para temperatura y  $\pm 2,5$  % para humedad relativa). Las mediciones se realizaron en tres momentos del día (mañana: 06:00–08:00; mediodía: 12:00–14:00; tarde: 16:00–18:00) durante el período de estudio, con cinco repeticiones por horario en cada nido.

### **Evaluación del comportamiento de forrajeo**

El comportamiento de forrajeo se evaluó mediante observaciones directas en cuatro franjas horarias (06:00–08:00, 10:00–12:00, 14:00–16:00 y 18:00–19:00) durante tres días consecutivos por nido. Se contabilizó la actividad de entrada y salida de obreras en intervalos de 30 minutos, registrando el flujo promedio por minuto. Para los análisis de correlación entre actividad de forrajeo y variables ambientales, se emplearon los promedios diarios por nido, con el fin de evitar pseudorreplicación.

### **Evaluación de la flora asociada**

Para evaluar la disponibilidad de recursos florales, se establecieron transectos lineales de 50 m de longitud en cuatro direcciones (norte, sur, este, oeste) con centro en la entrada del nido. Se identificaron las especies vegetales presentes, clasificándolas según su tipo (arbóreas, arbustivas, herbáceas, lianas) y su potencial como fuente de néctar, polen o resinas para *Geotrigona*, basado en observación directa de visitas.

### **Análisis de datos**

Los datos fueron analizados con SPSS versión 25.0. Se realizaron análisis descriptivos para todas las variables cuantitativas. Para evaluar diferencias significativas en las variables microclimáticas entre sitios se aplicó un ANOVA de una vía con prueba post hoc de Tukey, previa verificación de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Para la comparación entre épocas climáticas se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes. Se consideró un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

Si bien el tamaño de muestra (ocho nidos) es reducido y limita la potencia estadística ( $gl_{error} = 3$ ), los resultados deben interpretarse como un análisis exploratorio y descriptivo. Este número es comparable al de otros estudios con especies crípticas de baja densidad (Cane y Neff, 2011), y las diferencias significativas encontradas ( $p < 0,05$ ) sugieren patrones biológicos consistentes que justifican futuras investigaciones con muestras más amplias. Los hallazgos aportan una base empírica valiosa para la comprensión de la ecología de anidación subterránea de *Geotrigona* sp.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización arquitectónica de los nidos**

La caracterización de los ocho nidos subterráneos de *Geotrigona* sp. reveló una estructura relativamente homogénea entre las diferentes localidades. Las profundidades oscilaron entre 0,60 y 1,20 m, mientras que los diámetros de entrada variaron entre 1,2 y 2,0 cm (Tabla 1). Las distancias desde la entrada hasta la cámara principal fueron de 1,0 a 1,6 m, con un valor atípico de 5 m en el nido ubicado en Barrio Santo Domingo; que podría explicarse por la arquitectura habitual de las hormigas arrieras (géneros *Atta* y *Acromyrmex*), que construyen sistemas subterráneos extensos y complejos, donde túneles de 5 m o más son la norma y no la excepción.

**Tabla 1. Variables estructurales de los nidos de *Geotrigona* sp.**

Sitio / Localidad	Distancia entrada– cámara (m)	Profundidad (m)	Diámetro piquera (cm)	Tipo de suelo
El Zapallo	1,35	1,16	1,2	Franco-arcilloso
Barrio Santo Domingo	5,00	1,20	1,5	Franco-arcilloso
Balzar 3 – Nido 1	1,50	1,00	1,5	Arcilloso
Balzar 3 – Nido 2	1,60	0,80	2,0	Arcilloso
Balzar 3 – Nido 3	1,00	0,60	2,0	Arcilloso
El Cabuyal	1,00	0,65	2,0	Franco-arenoso
Rambuche – Nido 1	1,40	1,20	2,0	Arenoso
Rambuche – Nido 2	1,40	0,85	2,0	Arenoso
<b>Promedio ± DE</b>	<b>1,78 ± 1,38</b>	<b>0,93 ± 0,23</b>	<b>1,78 ± 0,32</b>	—

Los valores de profundidad y diámetro de entrada registrados en este estudio son comparables a los reportados por Elizalde y Castillo (2011) para *Geotrigona* en ecosistemas tropicales de América Central, quienes documentaron profundidades entre 0,50 y 1,30 m y diámetros de entrada de 1,0 a 2,5 cm. La variabilidad en la distancia desde la entrada hasta la cámara principal observada en este estudio (1,0–5,0 m) coincide con lo señalado por Gennari (2019), quien indica que esta distancia puede variar según la topografía del terreno, la compactación del suelo y la presencia de raíces o rocas que las abejas deben sortear durante la construcción del túnel. El valor atípico de 5 m registrado en Barrio Santo Domingo, aunque excepcional, ha sido documentado previamente por Arnold (2018) en nidos de *Geotrigona* ubicados en suelos con alta compactación.

La predominancia de suelos arcillosos y franco-arcillosos en la mayoría de los sitios coincide con lo reportado por Martínez *et al.* (2021), quienes destacan que las especies del género *Geotrigona* prefieren suelos con alto contenido de arcilla debido a su mayor cohesión y estabilidad, lo que facilita la construcción de túneles y cámaras que mantienen su integridad estructural a lo largo del tiempo. En contraste, los nidos de Rambuche ubicados en suelos arenosos presentaron una arquitectura más simple, con túneles menos ramificados, lo que sugiere una adaptación a la menor cohesión de este tipo de suelo, tal como ha sido observado por Padilla *et al.* (2023) en estudios similares en la costa ecuatoriana.

### Condiciones microclimáticas internas

El análisis de la temperatura en los nidos subterráneos evidenció diferencias significativas entre los cinco sitios de estudio (ANOVA:  $F = 376,26$ ;  $p < 0,001$ ). Rambuche presentó las temperaturas medias más altas ( $33,20 \pm 1,30$  °C), mientras que Eloy Alfaro registró las más bajas ( $22,15 \pm 1,10$

°C). La humedad relativa interna, en contraste, no mostró diferencias significativas entre sitios ( $F = 0,400$ ;  $p = 0,808$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2. Variables microclimáticas internas por sitio de estudio.**

Sitio / Cantón	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C ± DE)	Humedad relativa (% ± DE)
Eloy Alfaro / Chone	21,00	23,30	22,15 ± 1,10 a	82,50 ± 2,30 a
El Zapallo / Flavio Alfaro	29,50	32,80	31,15 ± 1,00 b	81,20 ± 2,10 a
Boyacá / Chone	30,50	33,80	32,15 ± 1,20 c	80,45 ± 2,50 a
El Cabuyal / San Vicente	30,50	33,80	32,15 ± 1,10 c	81,80 ± 2,20 a
Rambuche / Jama	31,65	34,75	33,20 ± 1,30 d	83,00 ± 2,40 a
Estadístico F	298,34	428,92	376,26	0,400
p-valor	<0,001	<0,001	<0,001	0,808

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Los valores de temperatura interna registrados en este estudio se encuentran dentro del rango óptimo de 30–35 °C reportado por Vázquez *et al.* (2011) para el desarrollo de la cría y el mantenimiento de la actividad de forrajeo en meliponinos. La capacidad de *Geotrigona* para mantener temperaturas internas estables, incluso en sitios con condiciones externas contrastantes como Rambuche (zona costera con altas temperaturas) y Eloy Alfaro (zona interior con temperaturas más moderadas), evidencia una eficiente termorregulación mediada por comportamientos como el agrupamiento de obreras y el batido de alas para generar calor o enfriar la zona de cría, tal como ha sido documentado por Calderón *et al.* (2021).

Las diferencias significativas en temperatura entre sitios ( $p < 0,001$ ) reflejan la influencia de factores geográficos locales como la altitud, la cobertura vegetal circundante y la profundidad del nido. Cane y Neff (2011) reportaron patrones similares en ecosistemas tropicales, destacando que la heterogeneidad espacial es un factor determinante en la distribución de los recursos térmicos y que la cobertura arbórea actúa como amortiguador de las temperaturas extremas.

La homogeneidad de la humedad relativa entre sitios (80,45–83,00 %;  $p = 0,808$ ) coincide con lo observado por Vicente-Serrano *et al.* (2018), quienes explican que la humedad relativa en regiones tropicales responde principalmente a patrones de circulación atmosférica de mayor escala, lo que explicaría la ausencia de diferencias significativas entre localidades geográficamente cercanas con influencia marítima similar. Taylor *et al.* (2025) añaden que la constante entrada de masas de aire húmedo en las zonas costeras del norte de Manabí tiende a homogenizar este parámetro, superando las variaciones locales.

El análisis estacional reveló diferencias significativas entre el periodo lluvioso y el periodo poco lluvioso para todas las variables microclimáticas evaluadas (prueba t:  $p < 0,05$  para temperatura y humedad) (Tabla 3).

**Tabla 3. Comparación de variables microclimáticas entre épocas climáticas.**

Variable	Periodo lluvioso (n=50)	Periodo poco lluvioso (n=50)	Diferencia	t	gl	p-valor
Temperatura mínima (°C)	29,56 ± 4,18	27,70 ± 3,73	1,86	2,350	98	0,021

<b>Temperatura máxima (°C)</b>	32,58 ± 4,50	30,80 ± 4,11	1,78	2,066	98	0,041
<b>Temperatura media (°C)</b>	31,07 ± 4,33	29,25 ± 3,91	1,82	2,206	98	0,030
<b>Humedad relativa (%)</b>	83,68 ± 6,03	79,52 ± 7,78	4,16	2,989	98	0,004

El patrón estacional observado, con temperaturas y humedad más elevadas durante el periodo lluvioso, es consistente con la dinámica climática de las regiones tropicales descrita por Taylor *et al.* (2025), quienes señalan que el periodo lluvioso generalmente coincide con temperaturas más elevadas debido a una mayor cobertura nubosa que incrementa la radiación de onda larga durante la noche, y a una mayor humedad que amortigua los descensos térmicos. complementan esta explicación al señalar que, en ecosistemas tropicales, las temperaturas más altas durante la época lluviosa están asociadas con una menor incidencia de masas de aire frío provenientes del sur, que son más frecuentes durante la época seca.

Las diferencias de humedad de 4,16 % entre épocas ( $p = 0,004$ ) son comparables a las reportadas por Ruiz-Ochoa *et al.* (2023) en estudios realizados en el trópico húmedo ecuatoriano, atribuyéndolas al ciclo anual de la precipitación y su efecto sobre la disponibilidad de agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. Lema *et al.* (2024) señalan que estas diferencias estacionales tienen implicaciones directas sobre la actividad de las colonias, ya que temperaturas inferiores a 22 °C reducen la actividad de forrajeo, mientras que valores superiores a 35 °C pueden provocar comportamientos de termorregulación que disminuyen la eficiencia de recolección.

### Comportamiento de forrajeo

La actividad de forrajeo mostró un patrón bimodal en todos los sitios, con picos en las horas de la mañana (06:00–10:00) y en menor medida durante la tarde (14:00–16:00). En Rambuche, con temperaturas más altas, la actividad se concentró en las horas tempranas ( $45 \pm 8$  obreras/min entre 06:00–08:00), mientras que, en Eloy Alfaro, con temperaturas más bajas, la actividad alcanzó su máximo entre 10:00–12:00 ( $38 \pm 6$  obreras/min). El análisis de correlación mostró una relación negativa moderada entre la temperatura ambiental y la actividad de forrajeo durante las horas centrales del día ( $r = -0,52$ ;  $p < 0,01$ ), y una correlación positiva débil con la humedad relativa ( $r = 0,31$ ;  $p < 0,05$ ).

El patrón bimodal de forrajeo observado coincide con lo reportado por Padilla *et al.* (2023) para meliponinos en ecosistemas costeros de Ecuador, quienes documentaron que las abejas ajustan sus horarios de pecoreo para evitar las horas de mayor temperatura, maximizando así la eficiencia energética. La correlación negativa entre temperatura ambiental y actividad de forrajeo durante las horas centrales del día ha sido ampliamente documentada por Vázquez *et al.* (2011), quienes señalan que temperaturas superiores a 32 °C inducen comportamientos de termorregulación que reducen la actividad externa de las colonias.

La correlación positiva entre humedad relativa y actividad de forrajeo ( $r = 0,31$ ;  $p < 0,05$ ) sugiere que condiciones de mayor humedad favorecen la actividad de pecoreo, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de néctar en las flores y a condiciones más favorables para el vuelo de las

abejas, tal como ha sido documentado por Collantes *et al.* (2023) en estudios de ecofisiología de meliponinos.

### Flora asociada a los nidos

El análisis de la vegetación en los transectos establecidos reveló una alta diversidad florística, con 22 especies identificadas que presentaron potencial como recursos para *Geotrigona* sp. (Tabla 4). Las especies más frecuentes y con mayor actividad de forrajeo incluyeron árboles maderables nativos como guayacán (*Handroanthus chrysanthus*), laurel costeño (*Cordia alliodora*) y ceibo (*Ceiba trischistandra*); árboles frutales como guabo (*Inga edulis*) y pechiche (*Vitex cymosa*); y arbustos como muyuyo (*Cordia lutea*) y palo santo (*Bursera graveolens*).

**Tabla 4. Especies vegetales asociadas a los nidos de *Geotrigona* sp. en el norte de Manabí.**

Categoría	Especie (nombre común)	Nombre científico	Tipo de recurso	Frecuencia de visita
Árboles maderables nativos	Guayacán	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Néctar, polen	Alta
	Cedro colorado	<i>Cedrela odorata</i>	Néctar	Media
	Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Néctar, polen	Alta
	Algarrobo	<i>Prosopis juliflora</i>	Néctar, polen	Media
	Laurel costeño	<i>Cordia alliodora</i>	Néctar, polen	Alta
	Amarillo	<i>Centropogon ochroxylum</i>	Néctar	Baja
	Cojojo	<i>Anacardium excelsum</i>	Néctar	Media
	Moral fino	<i>Maclura tinctoria</i>	Néctar	Baja
	Guabo	<i>Inga edulis</i>	Néctar, polen	Alta
	Pechiche	<i>Vitex cymosa</i>	Néctar	Alta
Árboles frutales	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Néctar	Baja
	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Néctar, polen	Media
	Guayaba	<i>Psidium spp.</i>	Néctar, polen	Media
	Moral fino	<i>Maclura tinctoria</i>	Néctar	Baja
	Mango*	<i>Mangifera indica</i>	Néctar, polen	Media
	Guineo*	<i>Musa spp.</i>	Néctar	Baja
	Muyuyo	<i>Cordia lutea</i>	Néctar, polen	Alta
	Palo santo	<i>Bursera graveolens</i>	Resinas	Alta
	Barbasco	<i>Lonchocarpus spp.</i>	Néctar	Baja
	Arbustos nativos	Escobillo	<i>Chromolaena odorata</i>	Néctar, polen
Chabelillo		<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Néctar, polen	Media
Achiotillo		<i>Bixa orellana</i>	Néctar	Baja
Bejuco loco		<i>Mucuna spp.</i>	Néctar	Media
		<i>Ipomoea spp.</i>		

La diversidad de especies vegetales asociadas a los nidos de *Geotrigona* sp. confirma su carácter de polinizador generalista (*polylectico*), tal como ha sido documentado por Collantes *et al.* (2023) para el género en ecosistemas de bosque seco tropical (Zelaya y López, 2025). La presencia de especies como guayacán, laurel costeño y pechiche como fuentes preferenciales de néctar y polen coincide con lo reportado por Vázquez *et al.* (2021) en estudios realizados en la costa ecuatoriana,

quienes destacan que estas especies presentan floraciones abundantes y accesibles que las convierten en recursos clave para las abejas meliponinas.

La importancia de árboles de gran porte como ceibo y cojojo como proveedores de microhábitats, sombra y refugio, además de recursos florales, ha sido señalada por Erazo *et al.* (2023), quienes documentan que estos árboles cumplen un rol complementario al favorecer la permanencia de colonias de *Geotrigona* dentro del paisaje. La presencia de palo santo (*Bursera graveolens*) como fuente de resinas es particularmente relevante, ya que las resinas son esenciales para la construcción y mantenimiento de los nidos, así como para la defensa de las colonias (Elizarde y Castillo, 2011).

Las especies introducidas, como mango y guineo, presentaron frecuencias de visita media a baja, lo que sugiere que, aunque son recursos complementarios, no constituyen fuentes prioritarias para estas abejas nativas. Este hallazgo coincide con lo reportado por Padilla *et al.* (2023), quienes observaron que las especies nativas de meliponinos en Manabí muestran una preferencia marcada por la flora nativa, lo que resalta la importancia de conservar la vegetación original en los paisajes productivos.

### Relevancia ecológica de *Geotrigona* en el norte de Manabí

La relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. en los ecosistemas tropicales del norte de Manabí se evaluó a partir de tres ejes principales: disponibilidad de recursos florales y cobertura vegetal; considerando las características particulares de los cantones estudiados (Tabla 5).

**Tabla 5. Relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. por cantón en el norte de Manabí.**

Componente ecológico	San Vicente	Chone	Flavio Alfaro	Aporte ecológico regional
<b>Ubicación ecológica</b>	Zona costera del Pacífico	Valle intermedio y cuenca baja	Zona interior de lomeríos y estribaciones	Transición costa-cordillera que incrementa la diversidad ambiental
<b>Ecosistemas predominantes</b>	Bosque seco tropical	Bosque seco, bosque húmedo y bosques riparios	Bosque húmedo tropical y premontano	Representatividad de ecosistemas estratégicos y amenazados
<b>Cobertura vegetal</b>	Vegetación xerofítica y relictos de bosque seco	Cobertura mixta natural-productiva	Mayor cobertura natural y remanentes boscosos	Conservación de biodiversidad y captura de carbono
<b>Importancia hídrica</b>	Baja-media, zonas de escorrentía costera	Alta, cuenca media y baja del río Chone	Alta, zonas de recarga hídrica y nacientes	Regulación de caudales y abastecimiento de agua
<b>Corredores ecológicos</b>	Conexión costera	Zona de enlace ecológico	Área fuente de conectividad	Movilidad de especies y resiliencia ecosistémica
<b>Vulnerabilidad ambiental</b>	Alta (deforestación y urbanización)	Media-alta (inundaciones y uso agropecuario)	Media (expansión agrícola)	Prioridad para gestión ambiental y planificación

La relevancia ecológica de *Geotrigona* sp. varía según las características particulares de cada cantón, pero en todos los casos se evidencia su papel como polinizador clave para el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En San Vicente, caracterizado por bosque seco tropical y vegetación xerofítica, *Geotrigona* contribuye a la polinización de especies adaptadas a

condiciones áridas, favoreciendo la reproducción de flora nativa y manteniendo la estructura de ecosistemas frágiles, tal como ha sido documentado por Gaona *et al.* (2019) para polinizadores en zonas áridas.

En Chone, donde predominan bosques secos, húmedos y riparios con cobertura vegetal mixta natural-productiva, *Geotrigona* cumple un papel estratégico en la conectividad biológica. La diversidad de recursos florales permite un forrajeo continuo, incrementando la polinización cruzada y la reproducción de especies nativas y productivas, lo que potencia la provisión de agua, fertilidad de suelos y resiliencia de los ecosistemas (Padilla *et al.*, 2023).

En Flavio Alfaro, con bosque húmedo tropical y premontano y la mayor cobertura natural de la zona, *Geotrigona* actúa como agente de conservación biológica, favoreciendo la reproducción de especies sensibles y de gran relevancia ecológica. La actividad de estas abejas apoya la regulación hídrica y la conservación de suelos, funciones esenciales para la sustentabilidad regional (MAATE, 2021). La capacidad de *Geotrigona* para adaptarse a distintas condiciones ambientales, como variaciones de temperatura y disponibilidad de recursos, garantiza la persistencia de los servicios ecosistémicos incluso en paisajes fragmentados o afectados por actividades humanas (Hernández-García, 2024; Cevallos *et al.*, 2025).

## CONCLUSIONES

Los nidos de *Geotrigona* sp. en las cinco localidades estudiadas del norte de Manabí presentan una estructura relativamente homogénea (profundidad 0,60–1,20 m; diámetro de entrada 1,2–2,0 cm) con diferencias significativas en temperatura interna entre sitios (22,15–33,20 °C), lo que sugiere una capacidad de termorregulación que opera dentro de intervalos variables según las condiciones locales.

*Geotrigona* sp. mostró un patrón de forrajeo bimodal adaptado a las condiciones térmicas locales, y se observó su asociación con 22 especies vegetales, destacándose árboles nativos como *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia alliodora*, *Inga edulis* y *Vitex cymosa* como recursos florales visitados con mayor frecuencia. Esto es consistente con un comportamiento de polinizador generalista.

La especie constituye un componente funcional esencial para la resiliencia de los ecosistemas tropicales del norte de Manabí, con una relevancia particular en cantones de alta vulnerabilidad ambiental (San Vicente y Chone), donde su conservación resulta prioritaria para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad local.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda interpretar estos resultados como una caracterización preliminar y descriptiva, y se enfatiza la necesidad de ampliar el número de nidos y localidades, así como de implementar

mediciones continuas y experimentales, para fundamentar estrategias de conservación de *Geotrigona* sp. en paisajes fragmentados del norte de Manabí.

## REFERENCIAS

- Arnold, N., Ayala, R., Mérida, J., Sagot, P., Aldasoro, M., & Vandame, R. (2018). Registros nuevos de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) para los estados de Chiapas y Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(3), 651-665. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2429>
- Buckles, B. J., & Harmon-Threatt, A. N. (2019). Bee diversity in tallgrass prairies affected by management and its effects on above-and below-ground resources. *Journal of Applied Ecology*, 56(11), 2443-2453. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.13479>
- Calderón Fallas, R. Á., Sánchez Chávez, L. A., & Aguilar Monge, I. (2021). XII Congreso Mesoamericano de Abejas Nativas: Desafíos y oportunidades para la conservación de las abejas nativas, 20 y 21 de noviembre. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122384/records/67485b767625988a371b0457>
- Cane, J. H., & Neff, J. L. (2011). Predicted fates of ground-nesting bees in soil heated by wildfire: thermal tolerances of life stages and a survey of nesting depths. *Biological conservation*, 144(11), 2631-2636. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.019>
- Castro, A., & Espinosa, C. I. (2016). Dinámica estacional de invertebrados en un matorral seco tropical a lo largo de un gradiente altitudinal. *Ecosistemas*, 25(2), 35-45. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54046745010.pdf>
- Cedeño, J., Luna, Y., & Murillo, V. (2025). Abejas sin aguijón (Apidae: Meliponinae) y sus sustratos de nidificación en dos sitios con intervención antrópica en la comunidad de Gandona, provincia Colón. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 14(1), 9-25. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/6595>
- Cevallos, N. V. M., Zambrano, M. B., & Zambrano, R. V. G. (2025). Plan de manejo ambiental participativo para la conservación de hábitats naturales de abejas *Geotrigona*, parroquia Eloy Alfaro-Chone. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 12(2), 15-28. <https://www.revistas.upse.edu.ec/index.php/rctu/article/view/926>
- Collantes, R. D., Ruth Del Cid, A., Santos-Murgas, A., & Atencio, R. (2023). Importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos. *Revista Semilla del Este*, 3(2), 8-26. [https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla\\_este/article/view/3755](https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3755)
- Contreras Cortés, L. E. U., Vázquez García, A., Aldasoro Maya, E. M., & Mérida Rivas, J. (2020). Conocimiento de las abejas nativas sin aguijón y cambio generacional entre los mayas

- lacandones de Nahá, Chiapas. *Estudios de cultura maya*, 56, 205-225. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.2020.56.2.0008>
- Córdova Muguerza, A. N., Vélez Zambrano, G. B., & González Zambrano, R. V. (2025). Estudio del comportamiento de las abejas *Geotrigona* para su conservación en la parroquia Eloy Alfaro, Chone. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, 12(2), 48-69. <https://doi.org/10.26423/nzt5k085>
- Elizalde V., R., & Castillo-Carrillo, P. S. (2011). Identificación, morfología y comportamiento de la “abeja de tierra” *Geotrigona fumipennis* Camargo & Moure, 1996 (Hymenoptera: Apidae), en Tumbes, Perú. *Revista Peruana De Entomología*, 46(1 & 2), 31–37. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/227>
- Erazo, A. G. C., Tapia, M. F. B., Rivera, S. A. G., & Moposita, D. A. M. (2023). La meliponicultura: una alternativa de conservación y aprovechamiento sostenible de abejas nativas en la Amazonía ecuatoriana. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e157-e157. <https://tesla.puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/tesla/article/view/157>
- Gaona, F. P., Guerrero, A., Gusmán, E., & Espinosa, C. I. (2019). Pollen resources used by two species of stingless bees (Meliponini) in a tropical dry forest of southern Ecuador. *Journal of Insect Science*, 19(6), 22. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez125>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/1372>
- Gennari, G. P. (2019). Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón (ANSA). <https://www.sidalc.net/search/Record/oai:localhost:20.500.12123-4670/Description>
- Jackson, L. S., Birch, C. E., Chagnaud, G., Marsham, J. H., & Taylor, C. M. (2025). Daily rainfall variability controls humid heatwaves in the global tropics and subtropics. *Nature Communications*, 16(1), 3461. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-58694-6>
- Lema, J. D. Z., Lema, L. D. C. Z., Zambrano, S. B. R., & Hidalgo, E. F. M. (2024). Predicción de series temporales de humedad relativa mediante bootstrap y modelos de regresión funcional no paramétrica. *Polo del Conocimiento*, 9(10), 133-146. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/580>
- Macri, I. N. (2023). *La abeja *Apis mellifera* como bioindicador del impacto ambiental: estudio sobre su fisiología, comportamiento y sociabilidad en un agroecosistema* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires). [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n7365\\_Macri.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7365_Macri.pdf)
- Manzanarez-Villasana, G., Briseño-Sánchez, M. I., Lobo, J., & Quesada, M. (2025). Large trees in tropical dry Forest facilitate the presence of stingless bee nests (Apidae: Meliponini): The case of *Ficus crocata*. *Sociobiology*, 72(3), e11423-e11423. <https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/11423>

- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: MAE. <https://archive.org/details/ecosistemas-del-ecuador-2013>
- Padilla Arroyo, R. E., Rivera Barre, Y. L., & González Zambrano, R. V. (2023). Caracterización de la abeja sin agujón (*Geotrigona leucogastra*) en el sitio rambuche del cantón Jama. <https://agris.fao.org/search/en/providers/124692/records/669e7a5400eb85b7d72b8aee>
- Ramírez-Montero, M., Chaves, L. S., & González, E. H. (2025). Preferencias florales de la abeja nativa sin agujón *Melipona beecheii*. *Notas Apícolas*, 18(34). [https://www.researchgate.net/profile/AuroraXolalpa/publication/400179423\\_Caracterizacion\\_del\\_microbioma\\_de\\_mieles\\_mexicanas\\_de\\_abejas\\_nativas\\_con\\_secuenciacion\\_masiva/links/697ad0e4ca66ef6ab98e2b29/Caracterizacion-delmicrobiomademielesmexicanas-de-abejas-nativas-con-secuenciacion-masiva.pdf#page=34](https://www.researchgate.net/profile/AuroraXolalpa/publication/400179423_Caracterizacion_del_microbioma_de_mieles_mexicanas_de_abejas_nativas_con_secuenciacion_masiva/links/697ad0e4ca66ef6ab98e2b29/Caracterizacion-delmicrobiomademielesmexicanas-de-abejas-nativas-con-secuenciacion-masiva.pdf#page=34)
- Rozen Jr, J. G., Danforth, B. N., Smith, C. S., Decker, B. L., Dorian, N. N., Dority, D., ... & Urban-Mead, K. R. (2019). Early nesting biology of the bee *Caupolicana yarrowi* (Cresson)(Colletidae: Diphaglossinae) and its cleptoparasite *Triepeolus grandis* (Friese)(Apidae: Nomadinae). *American Museum Novitates*, 2019(3931), 1-20. <https://bioone.org/journals/americanmuseumnovitates/volume2019/issue3931/3931.1/Early-Nesting-Biology-of-the-Bee-CaupolicanayarrowiCressonColletidae/10.1206/3931.1.full>
- Ruiz-Ochoa, M. A., Torres-Corredor, J. S., Vargas-Corredor, Y. A., & Orduz-Amaya, L. P. (2023). Variabilidad climática (precipitación, temperatura y humedad relativa) para la gestión hídrica del departamento del Casanare, Colombia. *Información tecnológica*, 34(5), 47-60. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642023000500047>
- Vázquez, M., Almeida, H., Navarro, J. M., Yanes, N., Febles, H., & Marrero, A. (2011). Tecnología de crianza de Abejas de la Tierra (*Melipona beecheii* Bennett, 1831). *Empresa Cultivos Varios Horquita*.
- Vicente-Serrano, S. M., Nieto, R., Gimeno, L., Azorin-Molina, C., Drumond, A., El Kenawy, A., & Peña-Gallardo, M. (2018). Recent changes of relative humidity: regional connections with land and ocean processes. *Earth System Dynamics*, 9(2), 915-937. <https://doi.org/10.5194/esd-9-915-2018>
- Zariman, NA., Omar, NA., & Huda, AN. (2022). Atrayentes vegetales y recompensas para polinizadores: su importancia para una polinización exitosa de los cultivos. *Int. J. Life Sci. Biotechnol.*, 5(2), 270-293. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijlsb/article/1069254>
- Zelaya, F. R. R., & López, J. R. L. (2025). Servicios ecosistémicos de las abejas en sistemas agroecológicos: impacto en productividad frutal y resiliencia socioambiental. *Revista Agropolka*, 1(1). <https://revista.unflep.edu.ni/index.php/Agropolka/article/view/12>
- Zúñiga, K. A., Llerena, F. D., Freire, G. G., & Mora, J. M. (2022). Entomofauna de árboles nativos, medicinales o bioplaguicidas en fincas agrícolas de Mariscal Sucre, Guayas-

## **CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES**

Concepción y diseño de la investigación: RVGA, PFCHZ; análisis e interpretación de los datos: PFCHZ; redacción del artículo: RVGZ.

## **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.