



**Diversidad y variación temporal de abejas del género *Centris* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) en el ecosistema de bosque seco Desierto de la Tatacoa (Neiva-Huila)**

**Hugo Alfonso Sánchez Marroquín**

**0500707**

**Director:**

**Diego Alfonso Riaño Jiménez.**

**Universidad Militar Nueva Granada**

**Programa de Biología Aplicada**

**Bogotá: 19/Abril/2017**

**Diversidad y variación temporal de abejas del género *Centris* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) en el ecosistema de bosque seco Desierto de la Tatacoa (Neiva-Huila)**

**Diversity and temporal variation of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) in the dry forest ecosystem Tatacoa Desert (Neiva-Huila)**

Hugo Alfonso Sánchez Marroquin<sup>1</sup>, Diego Alfonso Riaño Jimenez<sup>2</sup>.

**Resumen.**

El género *Centris* es un grupo de origen neotropical, considerado un polinizador importante de varios ecosistemas. A pesar de su importancia, en Colombia es poca la información relacionada sobre su diversidad, particularmente en la zona sur del país. Considerando lo anterior, este trabajo tuvo como objeto conocer la diversidad y variación temporal de abejas del género *Centris* (Fabricius 1804) en el Desierto de la Tatacoa ubicado en el departamento del Huila. Se realizaron muestreos mensuales, entre diciembre de 2014 y enero 2016, en un área de aproximadamente 8 km<sup>2</sup>. Las abejas se colectaron directamente con red entomológica y adicionalmente se ubicaron nidos trampa fabricados con diferentes materiales. Se identificaron taxonómicamente los ejemplares y se realizó la descripción del esterno 8 y de la genitalia de los machos. Se calculó la diversidad de abejas del género *Centris* durante el estudio y se evaluó el efecto de las variables climáticas en la riqueza y abundancia temporal. Se identificaron cinco especies distribuidas en 136 especímenes teniendo a *Centris varia* y *Centris trigonoides* como las especie más dominantes. Las especies restantes son nuevos reportes para el departamento. Según el estimativo de diversidad Shannon, El Desierto de la Tatacoa tiene una diversidad baja (1,64). El carácter esterno 8 y la genitalia de los machos mostraron diferencias en dos de las cinco especies, se concluye de esto que el carácter genitalia pueden llegar a ser importante para la identificación de individuos. Se encontró una relación inversamente proporcional entre la temperatura y cantidad de individuos en donde a mayor temperatura menor cantidad de especies. Los nidos

trampa pueden ser un método de captura eficiente, a pesar de solo obtener el 4 % de eclosión se observó una alta colonización de estos.

**Palabras claves:** Polinización, diagnosis, carácter taxonómico, esterno 8, genitalia, nidos trampa, fenómeno del niño

<sup>1</sup> Estudiante de Biología Aplicada Universidad Militar Nueva Granada.

<sup>2</sup> Investigador Universidad Militar Nueva Granada

## **Abstract**

The genus *Centris* is a group of neotropical origin and considered an important pollinator of several ecosystems. Despite its importance, Colombia has little information on its diversity, particularly in the south of the country. Considering the above, this work had as objective to know the diversity of bees of the genus *Centris* (Fabricius 1804) in the Desert of the Tatacoa located in the department of Huila. Monthly sampling was carried out between December 2014 and January 2016 in an area of approximately 8 km<sup>2</sup>. The bees were collected directly with an entomological net and trap nests made of different materials were placed. Once collected, the specimens were identified to the taxonomic level possible and the sternum 8 and genitalia of the males were described. The diversity of bees of the genus *Centris* was calculated during the study and the effect of climatic variables on temporal richness and abundance was evaluated. Five species distributed in 136 specimens were identified with *Centris varia* and *Centris trigonoides* as the most dominant species. The remaining species are new reports for the department. According to the Shannon diversity estimate, the Tatacoa Desert has a low diversity (1.64). The sternum character 8 and the genitalia of males showed differences in two of the five genitalia species may become important for the identification of individuals. An inversely proportional relationship was found between the temperature and quantity of individuals where at a higher temperature a smaller number of species. Trap nests may be an efficient capture method, despite only obtaining 4% hatching, a high

colonization of these was observed.

**Key words:** Pollinization, diagnosis, taxonomic character, sternum 8, genitalia, trap nests, child phenomenon.

---

## **Introducción.**

Las abejas del género *Centris* (Fabricius 1804) se caracterizan por ser abejas robustas, con un mesosoma compacto, presentando una celda marginal corta y su parte apical suele estar fuertemente doblada del borde costal del ala. Su integumento es negro o negro y amarillo con el metasoma en ocasiones rojo, azulado metálico, o verdoso con manchas amarillas (Michener, 2007). Característicamente son llamadas abejas colectoras de aceite, recurso que utilizan principalmente para la construcción de los nidos y alimentación de sus crías, siendo las plantas de la familia Malphigiaceae la fuente más importante, (Rosa, 2013) además de ser reconocidas como polinizadoras eficientes principalmente de ecosistemas secos (Aguiar et al., 2003). Se han descrito 232 especies alrededor del mundo representadas en 3 grandes linajes (*Centris*, *Melacentris*, *Trachina*) (Martins & Melo, 2015), caracterizadas por las diferencias de tamaño y su diversa coloración, ejemplo de esto son las especies del subgénero *Ptilotopus* del grupo *Melacentris*, que llegan a tener un tamaño de 3.2 cm, en contraste con las abejas del subgénero *Hemisiella* del grupo *Trachina*, las cuales poseen un tamaño aproximado de 1 cm de longitud (Vivallo & Vélez, 2016).

Vélez (2012) realizó una revisión del género *Centris* en Colombia examinando 936 ejemplares provenientes de varias colecciones (nacionales e internacionales) de 297 localidades, reportando 59 especies, repartidas en 3 grupos y 9 subgéneros, 32 de estas como nuevos reportes (**Tabla 1**). Según Zanela (2002), la región andina es la más diversa del país.

**Tabla 1:** Especies del género *Centris* reportadas para Colombia y su distribución geográfica basado en el trabajo de Vélez (2012)

Centris	Subgénero	Especies	Distribución	
<i>Melacentris</i>	<i>Aphemisia</i>	<i>lilacina</i>	Todo el país	
		<i>plumipes</i>		
		<i>quadrimaulata</i>		
		<i>mocsayi</i>		
		<i>sp.</i>		
	<i>Melacentris</i>		<i>aeneiventris</i>	Todo el país
			<i>caurensis</i>	
			<i>dimidiata</i>	
			<i>favilabris</i>	
			<i>fulva</i>	
			<i>insignis</i>	
			<i>laticincta</i>	
			<i>obsoleta</i>	
<i>rhodoprocta</i>				
<i>rufosuffusa</i>				
<i>smithiana</i>				
<i>sp.</i>				
<i>Ptilocentris</i>	<i>festiva</i>	Región Andina		
<i>Ptilotopus</i>		<i>erythrosara</i>	Región Andina, Orinoquia y Amazonia	
		<i>americana</i>		
		<i>derasa</i>		
		<i>nobilis</i>		
		<i>rubida</i>		
		<i>superba</i>		
<i>Centris</i>	<i>Centris</i>	<i>aenea</i>	Región Andina y Orinoquia	
		<i>decolorata</i>		
		<i>flavifrons</i>		
		<i>adani</i>		
		<i>adani</i>		

<i>Trachina</i>		<i>nitens</i>	
		<i>spilopoda</i>	
		<i>varia</i>	
	<i>Xanthemisia</i>	<i>Furreginea</i>	región Andina, Orinoquia y Amazonia
	<i>Trachina</i>	<i>carrikeri</i>	Región Andina,
	<i>similis</i>	Orinoquia, caribe y	
	<i>dentata</i>	Amazonia	
	<i>logimana</i>		
	<i>nalis</i>		
<i>Heterocentris</i>	<i>terminata</i>	Andina, Orinoquia,	
	<i>bicornuta</i>	Amazonia, Pacifica	
	<i>difformis</i>	y Caribe	
	<i>ceratops</i>		
	<i>dichrotricha</i>		
	<i>geminata</i>		
<i>Hemisiella</i>	<i>merillae</i>	Región Andina,	
	<i>tarsata</i>	Orinoquia y	
	<i>trigonoides</i>	Amazonia	
	<i>vittata</i>		
	<i>sp.</i>		
	<i>sp.</i>		

El bioma de bosque seco se reconoce como una de las zonas que alberga la mayor diversidad de abejas del género *Centris* (Olaya, 2004), (Velez, 2012), (Martins & Melo, 2016). El Bosque seco tropical (B-ST), es uno de los ecosistemas más degradados en la actualidad. En Colombia (Humboldt, 1996), el 97 % de bosques secos se encuentran en peligro de destrucción (Gonzales, 2014) contando actualmente con solo el 8 % del total de bosques reportados en estudios previos.

Estos bosques son propios de tierras bajas y se caracterizan por presentar fuertes estacionalidades de lluvias, encontrándose repartidos en 6 regiones del país, siendo estas el Caribe, los valles interandinos del Cauca y Magdalena, la región Norandina en Santander y Norte de Santander en el valle de Patía, Arauca y Vichada (Humboldt, 1996). El Desierto de la Tatacoa es un B-ST interandino, con una fuerte degradación producto de la intervención antrópica en los últimos 400 años siendo la ganadería, la agricultura y la construcción la principal causa (Palma & Polonia, 2013). A pesar de esto, alberga una gran biodiversidad Lundberg, (1997), Olaya, (2004). El Desierto de la Tatacoa presenta la bimodalidad estacional típica de los bosques secos teniendo dos estaciones “secas” entre los meses de Diciembre – febrero y junio - agosto y dos “lluviosas” entre los meses de marzo-abril y octubre-noviembre. La temperatura y humedad relativa promedio del Desierto de la Tatacoa es de 28°C y 60 % de H. R. sin embargo estas condiciones pueden variar marcadamente entre estación y estación con picos lluvias, en el Desierto de la Tatacoa se pueden presentar fluctuaciones relativamente grandes de temperatura durante el día, que pueden oscilar entre los 26°C y 36° C (IDEAM). Considerando lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo conocer tanto la diversidad de abejas del género *Centris* en el Desierto de la Tatacoa como el efecto de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) en su riqueza y abundancia.

### **Materiales y métodos**

Se realizaron salidas de campo mensuales en el periodo comprendido entre diciembre (2014) hasta enero (2016) con el fin de abarcar toda la fluctuación estacional. El esfuerzo de muestreo fue de 160 horas por salida (cuatro colectores), con un total de 1.760 horas de muestreo.



Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio, puntos marcados con estrellas azules.

Se tomaron 4 puntos de muestreo, punto 1 (N 03°14'03,8" y W 075° 10'01,0") con un área de un 1 km<sup>2</sup>, lugar intervenido con presencia de plantas principalmente exóticas, familia Boraginacea especies (*Tecoma stans*, y *Cardia dentata*), familia Anacardiaceae especie *Astronium graveolans*, familia Euphorbiaceae especie *Croton leptostachyus*, familia Leguminaceae especies (*Senna pallida* y *Stylosanthes humilis*) familia Malvaceae especie *Sida abutilifolia* y la familia Nyctaginaceae representada con el género *Buganvillea*. Punto 2 (N 03° 13' 58,3" W 075° 10' 14,7"), lugar intervenido con pocas especies vegetales principalmente de la familia Boraginacea especie *Tecoma stans* y familia Euphorbiaceae especie *Croton leptostachyus* con un área total de 500 m<sup>2</sup>.

Punto 3 (N 03° 13' 57,0" W 075° 9,43' 78") Lugar altamente intervenido con representatividad de solo la especie *Tecoma stans*, y un área en total de 1 km<sup>2</sup>. Por último, el punto 4 (N 03° 14' 799" W 075° 6' 35") se caracterizaba por ser un lugar altamente conservado con vegetación nativa y plantas ornamentales, presencia de la familia Cactácea con la especie *Melocactus schatzlii*, familia Caricaceae especie



*Vasconcellea pubescens*, familia Boraginaceae especie *Tecoma stans* y familia Bromeliaceae especie *Ananas cosmosus*, con un total de 2 km<sup>2</sup>.

La intervención o conservación de cada punto de muestreo, se evaluó a partir de observaciones en donde se analizaba el nivel de degradación de cada lugar causado por la intervención antrópica e introducción de plantas exóticas.

Como técnica directa de muestreo se emplearon redes entomológicas, colectando las abejas en visita floral. Cada colector recorría de manera libre el área de muestreo, recorriendo las plantas en flor que se encontraban disponibles en el momento. Una vez colectados, cada espécimen era sacrificado en cámara letal (acetato de etilo) e individualizado en viales incluyendo los datos de fecha, hora y de ser posible la especie vegetal en la cual era colectada. Posteriormente se incluían los datos climatológicos de temperatura (°C) y humedad relativa (% H.R.) obtenidos a partir de un Datal Logger (HOBBO U-12-012).

Como técnica indirecta de colecta, se ubicaron nidos trampa teniendo en cuenta los trabajos de Morato (1999), Viana (2001), Aguiar & Martins (2002), Garofalo (2008) y Pina y colaboradores (2011). Se fabricados un total de 131 bloques de madera (pino y eucalipto) de 25 x 25 x 50 cm, a los cuales se les hicieron perforaciones de diferentes diámetros y profundidades (Tabla 3). Los bloques de madera fueron marcados y ubicados en diferentes puntos de las zonas de muestreo.

Tabla 3: Diámetros (cm) y profundidades (cm) utilizadas para la construcción de nidos trampa.

Diámetro (cm)	Profundidad (cm)		
3	7	10	12
4,0	7	10	12
5	7	10	12
5,5	7	10	12

Los especímenes se identificaron utilizando las claves Vivallo & Zanella, (2002), Michener, (2007), Moure y colaboradores (2007), Silveira, (2009), Vivallo & Melo, (2009), Vélez, (2012) y Vivallo & Vélez, (2016) a el mayor grado taxonómico posible. Adicional a esto, se describió y realizó el registro fotográfico del habitus y el esterno 8 y la genitalia de los machos, siguiendo el protocolo de Osuna, (1984) y los caracteres descritos por Mahlmann & De Oliveira, (2012). La confirmación de los ejemplares la realizó el Dr. Felipe Vivallo (Universidad Federal de Rio de Janeiro - Brasil).

Con el material identificado, se analizaron los datos a partir del índice de Shannon, con el fin de determinar qué tan diversa es la zona de estudio, de igual manera se utilizó Shannon Exponencial como diversidad verdadera en el tiempo de muestreo.

A partir de esto se construyó una gráfica de acumulación de especies y se consideró la completitud de los datos a partir del análisis no paramétrico CHAO2 y rarefacción utilizando el software EstimateS (v 9.0) y el software Past (V 3.1.1).

Se evaluó la variación temporal de las abejas del género *Centris*, considerando los datos de abundancia, temperatura (°C) y humedad relativa (%HR) durante los muestreos a partir de modelos de regresión simple con el programa Past (v 3.1.1).

## **Resultados**

Se colectaron un total de 136 especímenes pertenecientes a 2 grupos (*Centris* y *Trachina*), 3 subgéneros (*Centris s. tr.*, *Hemisiella* y *Heterocentris*) y 5 especies (*C. varia*, *C. flavifrons*, *C. trigonoides*, *C. analis* y *C. facialis*). La especie *C. varia* fue la más abundante (97 individuos), seguido por *C. trigonoides* (33 individuos), por otro lado las especies *C. flavifrons*, *C. analis* y *C. facialis* se encontraron en menor abundancia. De las 5 especies solo se encuentra reporte de *C. analis*, *C. flavifrons* (Vélez, 2012) y *C. trigonoides* (Florez, 2015) para el departamento del Huila, las otras 2 especies se encuentran como reporte nuevo a partir de los resultados de este trabajo.

Al finalizar la colecta se realizó un levantamiento de los caracteres taxonómicos

relevantes por especie con el fin de dar una breve diagnosis para la identificación de estas, teniendo en cuenta la clave propuesta por Vélez (2012) (Figuras 2-9).

### Diagnosis de las especies.

*Centris (Centris) varia* (Erichson, 1849)

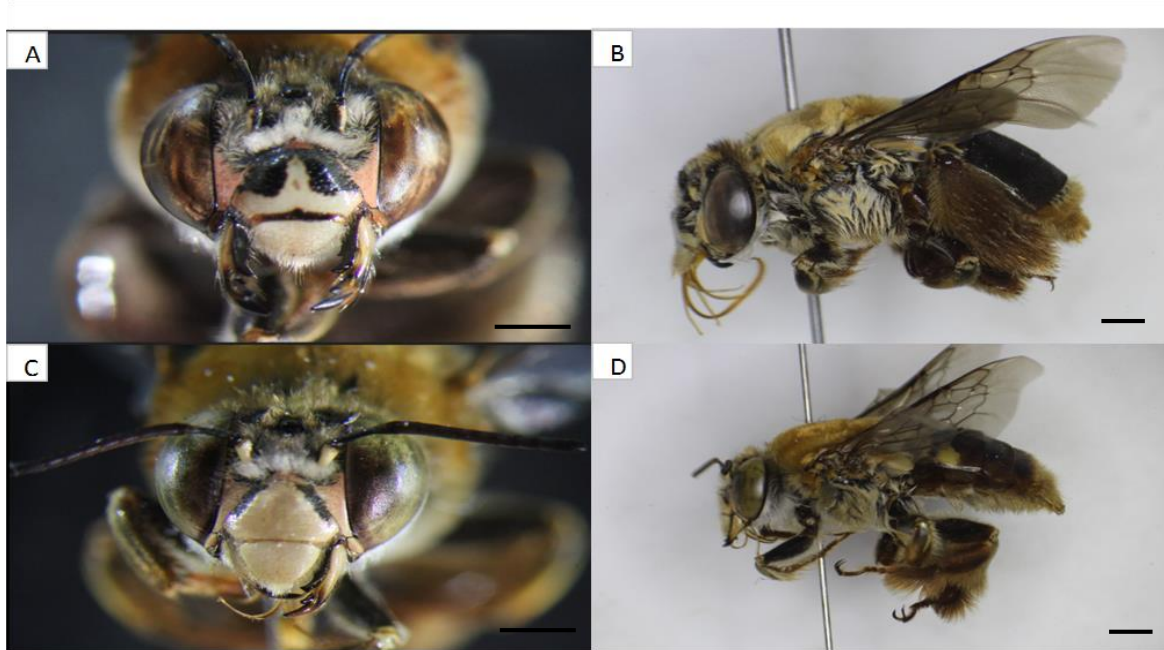


Figura 2: A (Hembra), C (Macho) vista frontal *C. Varia* - B (Hembra), D (Macho) vista lateral *C. Varia*

Especie robusta. Cabeza, mesosoma y patas con vellosidades en la gama de anaranjado hasta colores muy negros. Tergos azulados metalizados con reflejos marrones. Se diferencia macho y hembra por ser la hembra de mayor tamaño. Clípeo con mancha amarilla en forma de Y invertida a diferencia del macho con el clípeo completamente amarillo.

*Centris (Hemisiella) trigonoides* (Lepelletier, 1841)

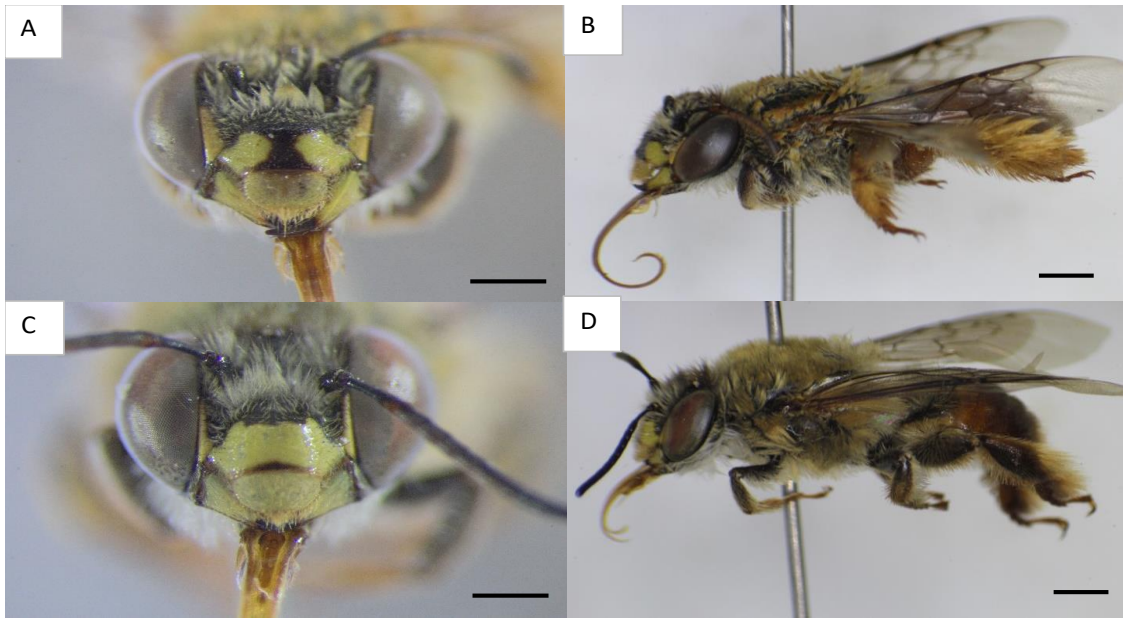


Figura 3: A (Hembra), C (Macho) vista frontal *C. trigonoides* - B (Hembra), D (Macho) vista lateral *C. trigonoides*

*C. trigonoides* se caracteriza por presentar vellosidades marrón oscuro a negras en cabeza y mesosoma. Labro completamente amarillo tanto en machos como en hembras. Para el caso de las hembras cípeo con manchas laterales en forma de elipse (A) y para el caso de machos labro casi completamente amarillo con manchas marrón oscuro en la parte superior.

*Centris (Centris) flavifrons* (Fabricius, 1775)

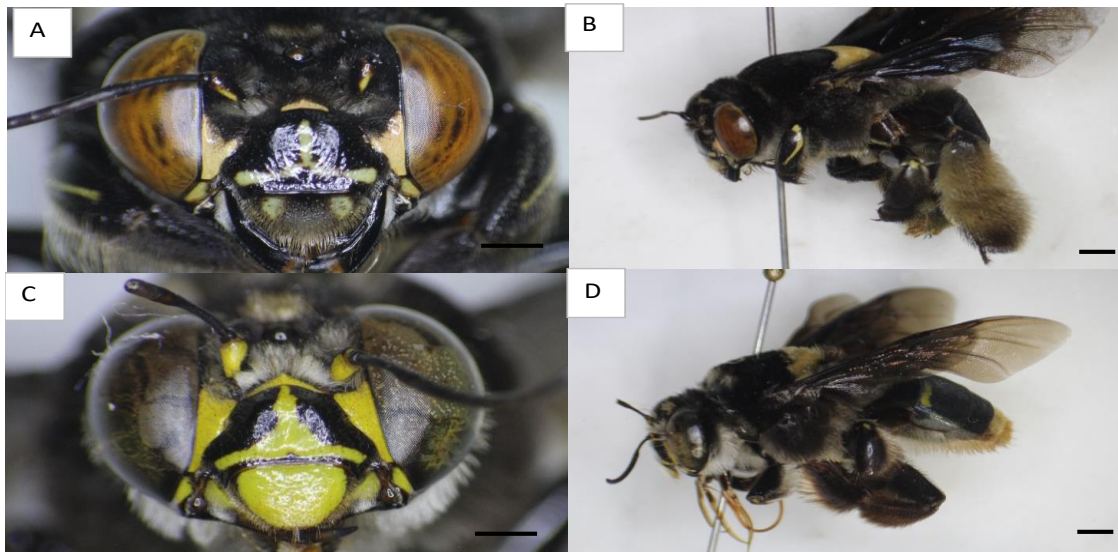


Figura 4: A (Hembra), C (Macho) vista frontal *C. flavifrons* - B (Hembra), D (Macho) vista lateral *C. flavifrons*

*C. flavifrons* presenta vellosidades en cabeza y mesosoma marrón oscuro, clipeo en hembra con mancha amarilla en forma de T invertida, patas con abundante vellosidad color marron oscuro con una mancha alargada en la parte basal, tergos azulados metalizados en el caso de machos y hembras al igual que esternos de color marrón oscuro. En el caso de machos clipeo y labro con manchas amarillas en forma de T invertida para el caso del clipeo y labro casi completamente amarillo.

*Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804)

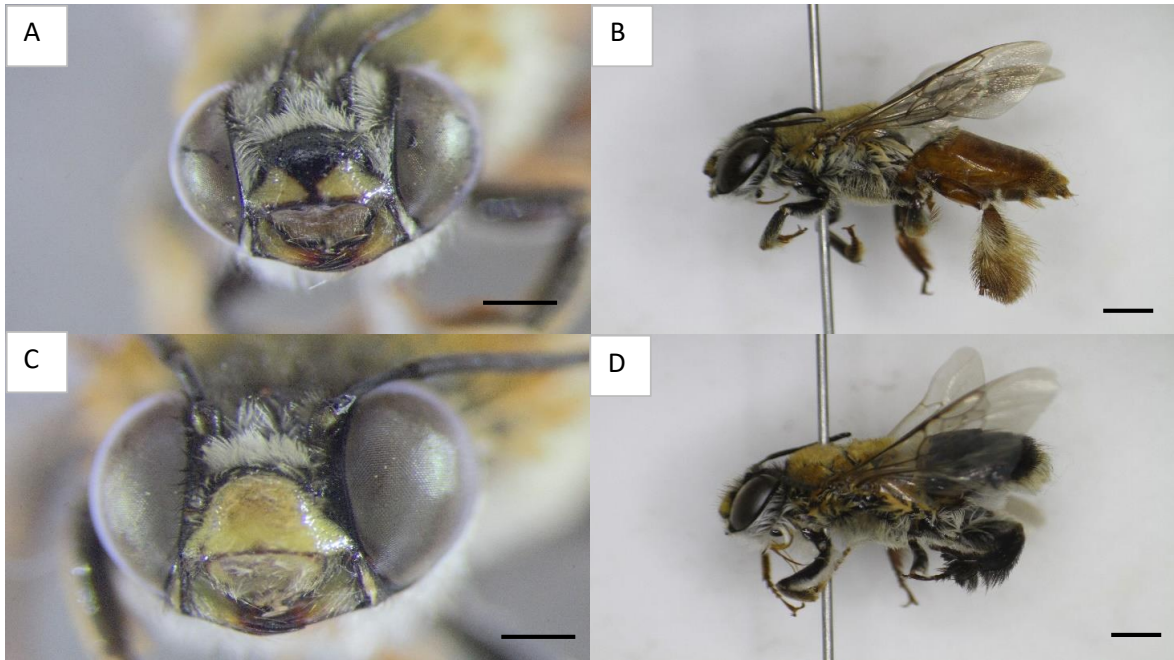


Figura 5: A (Hembra), C (Macho) vista frontal *C. analis* - B (Hembra), D (Macho) vista lateral *C. analis*

*C. analis*: Hembra: Cabeza y Mesosoma color marrón oscuro a negro, Labro y manchas triangulares en los laterales del clipeo de color amarillo, Metasoma y patas color marrón claro o marrón oscuro encontrando mayor tono de oscuro en las patas anteriores.

Macho: cuerpo en general marrón oscuro o negro, Labro y Clipeo amarillos. Mandíbula casi o completamente amarilla. Patas negras con vellosidades negras más notorias en las patas más anteriores.



*Centris (Hemisiella) fascialis* (Mocsary, 1899)



Figura 6: A (Macho) vista frontal– B (Macho) vista lateral *C. fascialis*

#### Diagnosis

Macho: Cabeza negra, Mesosoma y Metasoma color marrón oscuro, patas marron oscuro, mandíbulas y clípeo casi totalmente amarillo, clípeo con manchas marron oscuro en los bordes inferior y superior. Tergos y esternos negros con vellosidades blancas.

Taxonomía de genitalia y esterno 8.

Varios estudios demuestran que en genitales de machos del género *Centris* pertenecientes a el mismo subgénero no se reporta gran variación (Velez, 2012, Thiele, 2003), el cual pueda diferenciar o separar especies. En este caso las especies presentan variaciones de tamaño, estructuras, vellosidades y prolongaciones en el caso del esterno 8.

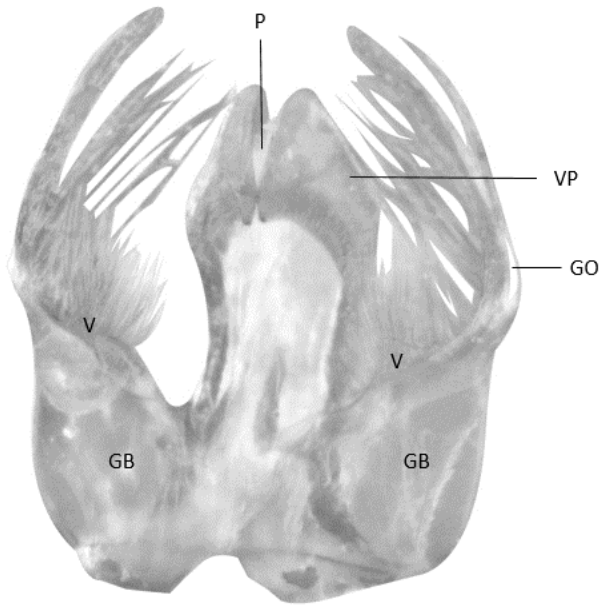


Figura 7: Esquema general de genitalia de machos *Centris*. GB: Gonobase, GO: Gonostilo, P: Pene, VP: Valva del pene, V: Volsela.

**Subgénero *Centris*: *C. varia*, *C. flavifrons*.**

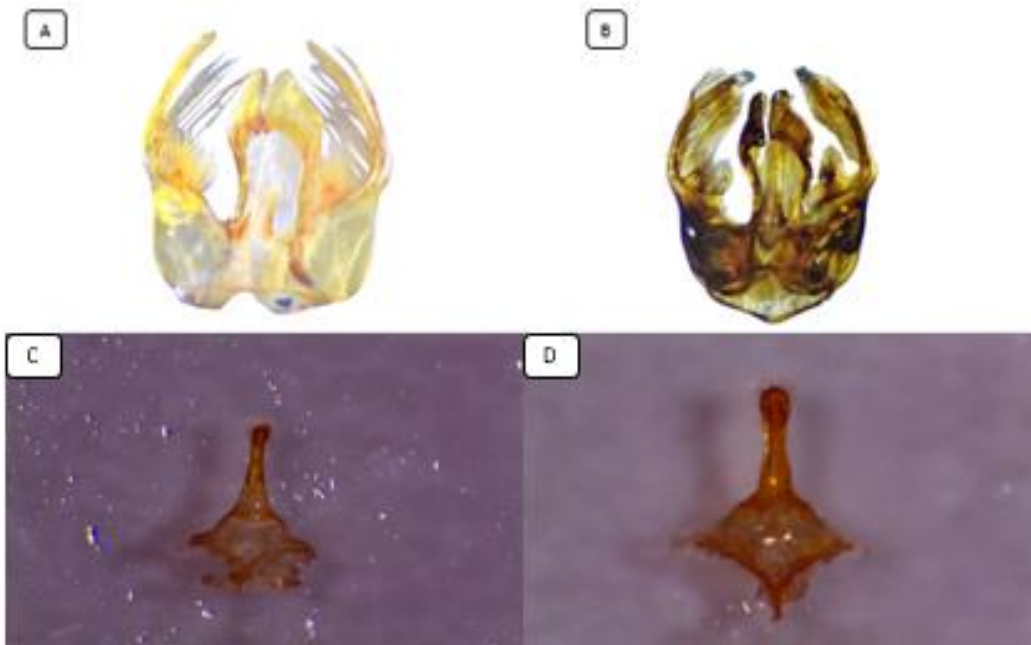


Figura 8: detalle de genitalia y esterno 8 de machos del subgénero *Centris*. A- C especie *C. varia*, B-D especie *C. flavifrons*



La genitalia del subgénero *Centris* se caracteriza por presentar vellosidades plumosas a lo largo del gonostilo como en la volsela, la valva del pene se proyecta fuertemente hacia la parte superior.

En el caso de el esterno 8 es alargado y redondeado en la parte apical, acompañado de vellosidades simples en la superficie más apical.

Por otro lado dentro de la especie *C. varia*, 15 de los 97 individuos colectados de, presentan variaciones en los tamaños tanto de la longitud total del cuerpo como del ancho y largo de el abdomen, en ocasiones fuertemente comprimido variando entre 6 micras a 7,5 micras (Figura 7) la especie de abdomen comprimido (A) presenta vellosidades en el tergo 3 que se proyectan a lo largo del tergo, en la especie (B) no se encuentran vellosidades además de tener los últimos 2 tergos finales más largos.



Figura 9: esquema de diferencias entre abdomen de machos perteneciente a la especie *C. varia*.

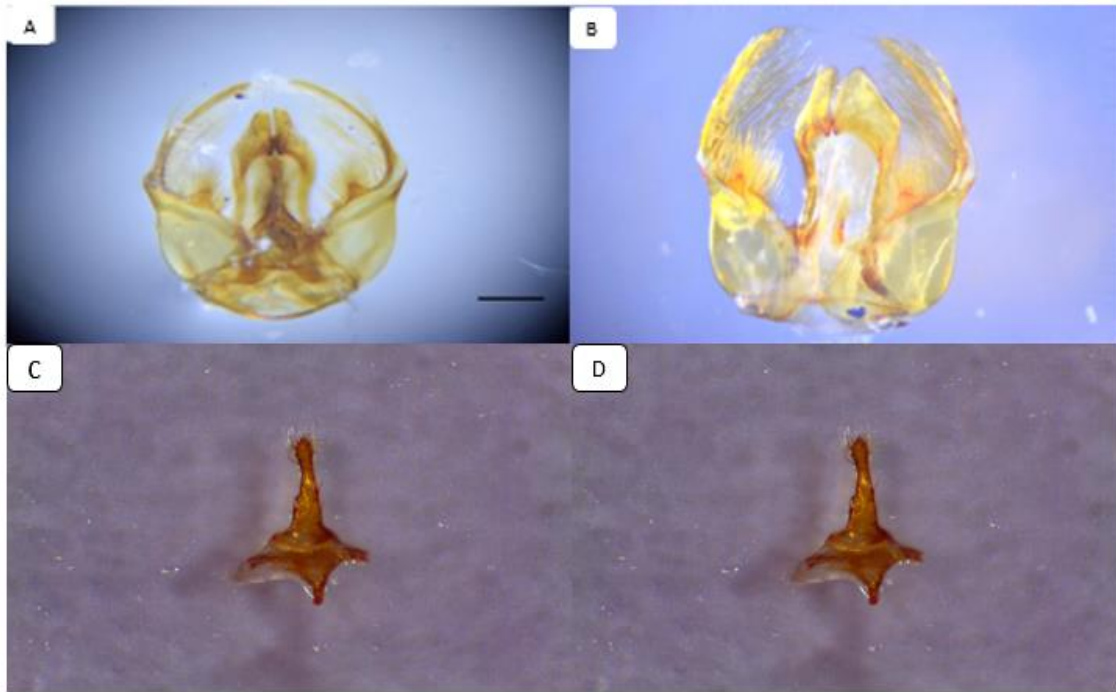


Figura 10: Detalle del esterno 8 y genitalia de *C. varia* - abdomen largo (A) y *C. varia* - abdomen comprimido (B).

Se encontraron diferencias en cuanto a tamaño y estructuras (Figura 13). En el caso de la genitalia B presenta un mayor tamaño, las prolongaciones del gonocoxito son más gruesas y menos largas, en el caso de la valva del pene se encuentra más prolongada hacia afuera, vellosidades plumosas a lo largo del gonocoxito y una menor distancia dividiendo la gonobase de la inserción de la valva del pene. El esterno 8 en el caso de la especie con abdomen comprimido (Figura 10-C) presenta vellosidades a lo largo de la estructura, a diferencia de la especie con abdomen largo (Figura 10-D) la cual solo presenta vellosidades en la parte apical.

#### **Subgénero *Hemisiella*: *C. trigonoides*, *C. facialis***

La genitalia del subgénero *Hemisiella* se caracteriza por tener el gonostilo corto casi o completamente unido a la valva del pene, en este caso no presenta vellosidades a lo largo del gonostilo y la gonobase es ancha y prolongada en comparación con el subgénero *Centris*.

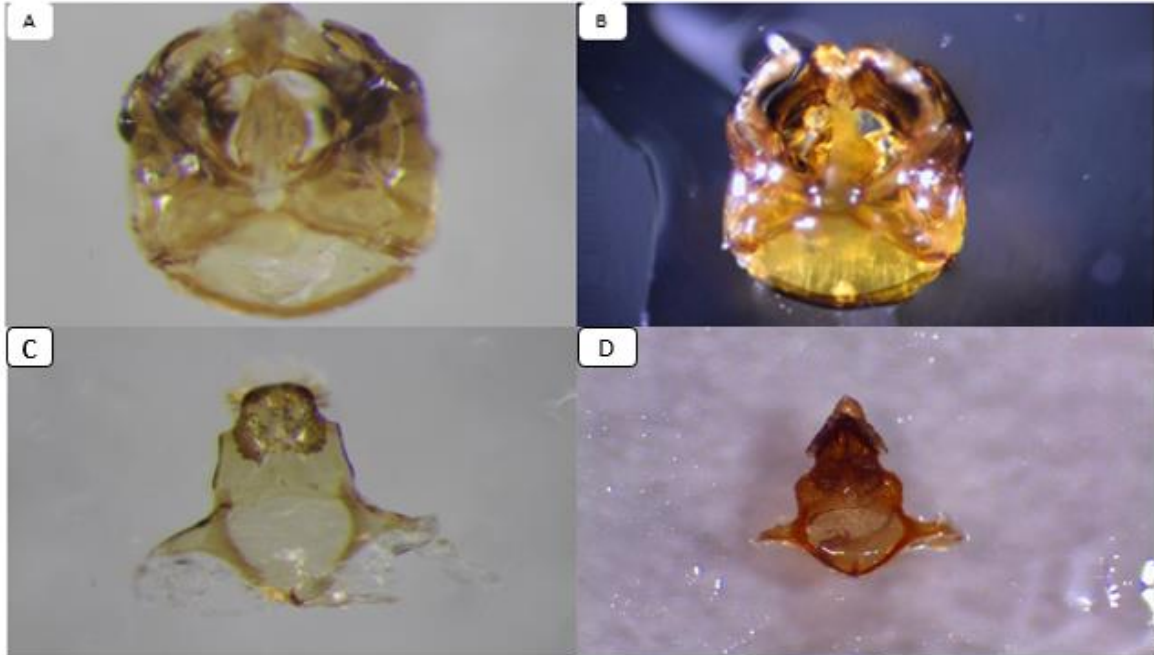


Figura 11: Detalle de la genitalia y esterno 8 de machos del subgénero *Hemisiella*. A- C *C. trigonoides* y B-D especie *C. facialis*.

En el caso del esterno 8, se observa que difiere totalmente una de la otra, en el caso de la especie *C. trigonoides*, (Figura 11-C) presenta una forma redondeada en la parte apical y vellosidades simples alrededor de esta, manchas fuertemente marcadas en la parte superior, el esterno de la especie *C. facialis* (Figura 11-D) presenta una forma de flecha en la parte apical y las vellosidades son plumosas y muy compactas.

### Subgénero *Heterocentris*: *C. analis*



Figura 12: Detalle de la genitalia (A) y del esterno 8 (B) de *C. (Heterocentris) analis*.

La genitalia del subgénero *Heterocentris* se caracteriza por un gonostilo largo sin presencia de vellosidades, en el caso de la volsela presencia de vellosidades, valva del pene corta y comprimida hacia la gonobase.

El esterno 8 para la especie es alargada y presenta vellosidades plumosas en el extremo apical, el resto de la estructura no presenta vellosidades.

Los esternos han sido caracteres diagnósticos en la taxonomía de himenópteros Aleman, (1999), Gonzales, (2008), en el caso particular del género *Centris* poco utilizado, debido a la complejidad taxonómica del grupo, el carácter esterno 8 en este caso puede llegar a servir como una herramienta taxonómica importante para la clasificación de las especies.

### **Diversidad.**

Con el método de muestreo directo se colectaron 4 de las 5 especies del género *Centris*, sin embargo a partir de los nidos trampa o método indirecto, se logró colectar una de las especies, los nidos trampa son un método de colecta eficiente para abejas solitarias, ya que los hábitos y comportamientos de estas especies dificultan la colecta y estudios ecológicos.

En las 1180 cavidades dispuestas para las abejas, se encontraron 3 individuos pertenecientes al género *Centris* especie (*Centris adani*) emergentes de la misma cavidad (2 machos y 1 hembra) este nido era de 5 cm de diámetro y una profundidad de 10 cm, la cavidad estaba recubierta con una mezcla entre cera y arena compacta en toda la envergadura y profundidad de la cavidad formando celdas en donde se disponían los huevos.

En total fueron colonizados 250 cavidades con diferentes tipos de mariales, en su mayoría se encontraron nidos diseñados con mezcla de cera y arena, seguido por nidos diseñados con material vegetal principalmente hojas en forma de tubos característicos de especies de abejas de la familia Megachilidae (Santos, 2004) y nidos diseñados con una especie de algodón color amarillo de donde eclosionaron principalmente hormigas.

Se obtuvo una emergencia del 4% en su mayoría de avispas cleptoparasitas y hormigas, el resto de cavidades en el tiempo de estudio no mostraron emergencia de ningún tipo de organismo. Los nidos trampa evidentemente pueden servir como un método de muestreo efectivo para la colecta de individuos, se atribuye la no eclosión de los demás nidos a la condición climática atípica como reporta Couto & Camillo, (2007) los cuales realizaron un estudio en el que demostraron que el aumento en la temperatura tiene una influencia significativa sobre los estadios de desarrollo de la especie *Centris analis* encontrando un 35 % de mortalidad en etapas tempranas de desarrollo y una mayor mortalidad en el estadio de huevo (Couto & Camillo, 2007).

A el realizar los índices correspondientes para la zona de estudio se encuentra un índice de Shannon (H) de 1,64 , lo que indica una riqueza de especies baja para el género *Centris* soportada o correspondiente por la diversidad de especies que se puede encontrar en ecosistemas desérticos (Pla, 2006). A pesar de que el lugar de muestreo es catalogado como un bosque muy seco, las condiciones ambientales y el impacto antrópico han deteriorado el lugar a tal punto que el lugar está en proceso de desertificación (Ortiz, 2013). Es necesario mencionar que la diversidad resultante es dada bajo condiciones de completa sequía debido a cambios temporales de

fenómeno del niño.

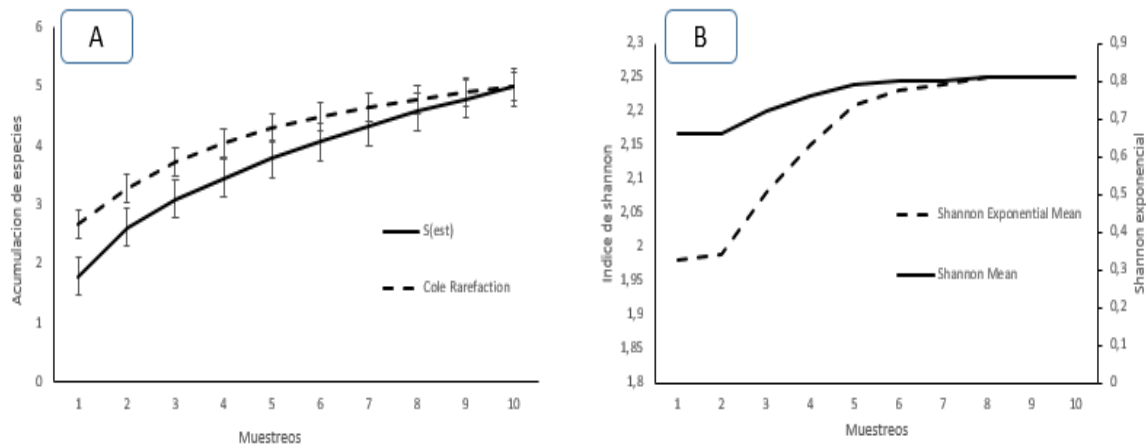


Figura 13: A: Curva de acumulación de especies y curva de rarefacción, B: Diversidad verdadera de abejas del género *Centris*.

Los valores obtenidos de los estimadores de riqueza, se ajustan a la curva de acumulación de especies, esto indica una eficiencia del muestreo cerca del 93% de especies encontradas para el estimador Chao 2, justificado por el comportamiento de los singletons y doubletons. Adicional a esto la diversidad verdadera muestra que en los primeros muestreos tuvieron un compartimiento lineal debido a que no se colectaron especímenes, sin embargo a partir del muestreo tres el comportamiento de aparición de especies tanto singletons como doubletons incrementa de manera rápida obteniendo en el muestreo 7 el ajuste del modelo en donde no se encontraron más especies.

En el caso de la curva de rarefacción (Figura 10-B) ajustada al modelo Cole muestra que durante los muestreos se desprecia la diversidad de especies, a pesar de que en el muestreo 10 se logra ajustar la curva al modelo de rarefacción. Sin embargo comparando el esfuerzo de muestreo fue mayor o igual a otros estudios realizados en diferentes tipos de ecosistemas Smith, (1999), Smith & Gonzales, (2007) y Sepúlveda, (2013).

## Variación temporal

El estudio se realizó finalizando el año 2014 y culminó a inicios del año 2016, abarcando el fenómeno del niño registrado para el año 2015. Aunque la temperatura promedio reportada para el Desierto de la Tatacoa corresponde a los 28°C (IDEAM). Durante el periodo de muestreo se tuvieron temperaturas promedio de 34°C con mínimos de 30°C y unos picos máximos de hasta 45° C (Figura 16). La relación de estas condiciones y la biodiversidad del género *Centris* se discute más adelante.

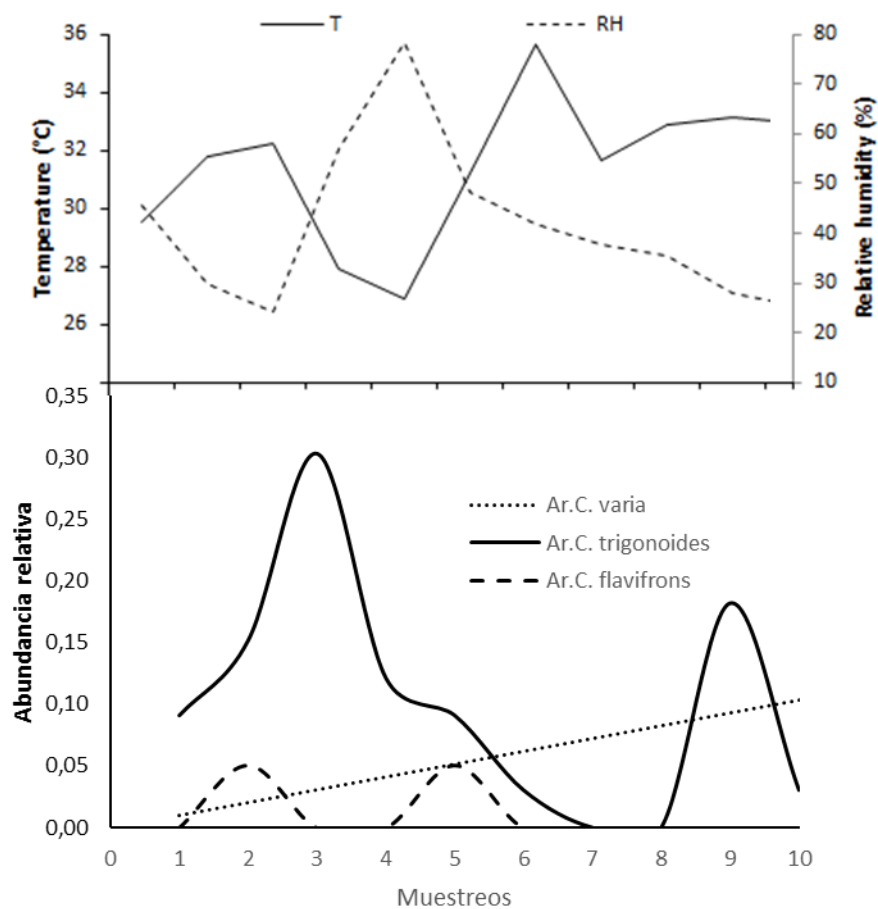


Figura 14: Temperatura y humedad relativa obtenida durante el periodo de muestreo y la fluctuación temporal de las especies del género *Centris* en el desierto de la Tatacoa.

A pesar de la baja riqueza y abundancia de especies del género *Centris* obtenida durante los periodos de muestreo, se observó una clara estacionalidad de las

especies dominantes (*C. varia*, *C. trigonoides* y *C. flavifrons*) (Figura 16).

Si bien hubo más individuos colectados de *C. varia* durante los muestreos, en los meses de septiembre y octubre, no se encontraron individuos de esta especie, sin embargo la abundancia fue aumentando linealmente a medida que el muestreo fue avanzando, a diferencia de *C. trigonoides* y *C. flavifrons*, las cuales presentan picos de aparición. *C. trigonoides* presenta picos de aparición en los muestreos 2-3 y 8-9, durante los cuales las temperaturas eran altas. Para *C. Flavifrons*, los picos de aparición se observaron en los muestreos 2 y 5, durante los cuales la temperatura era considerablemente menor (Figura 14). La fluctuación estacional de las especies reportadas, puede estar influenciada por el rango de tolerancia de las especies de abejas frente a condiciones climáticas cambiantes o a los procesos de sincronía entre las poblaciones de abejas y los recursos florales necesarios. En este caso la especie *C. varia* muestra una tolerancia frente a un aumento de temperatura y una disminución de la humedad relativa, a diferencia de las otras especies. Poveda, (2017), en muestreos posteriores a la culminación de este trabajo, muestra claramente como la riqueza y abundancia de especies del género *Centris* aumenta paulatinamente bajo la temporada de lluvias, reportando siete especies más. Esto muestra que el aumento en la temperatura y la disminución en la humedad relativa tienen una influencia significativa en la diversidad de abejas del género *Centris* (Gonzales *et al.*, 2003).

Los análisis de correlación simple, mostró que la temperatura y humedad relativa afectan la abundancia de las especies del género *Centris*. Se obtuvo una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la riqueza de especies, (Figura 15-A) teniendo como temperatura optima los 30°C. A su vez, la humedad relativa mostró una relación directamente proporcional con la riqueza de especies del género *Centris*, teniendo como rango óptimo 40%.



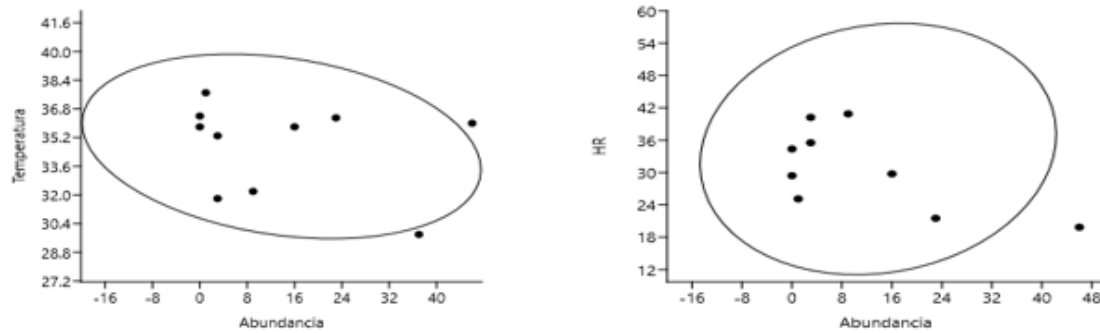


Figura 15: Correlación de temperatura y humedad relativa vs cantidad de individuos del género *Centris*.

El cambio climático es una de las presiones principales que impulsan la pérdida de la diversidad en el mundo Botero (2015). Es probable también que las modificaciones en los patrones de precipitación y aumentos en la temperatura afecten la distribución, tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de las especies (Botero, 2015).

A partir de los resultados podemos concluir que las especies más dominantes de abejas del género *Centris* en el ecosistema de BS-T Desierto de la Tatacoa, son *C. varia* y *C. trigonoides*. Al realizar la diagnosis tanto del habitus como de las estructuras internas esterno 8 y genitalia, se puede concluir que el esterno 8 puede llegar a ser un carácter diagnóstico para especies del género. Como método de colecta la colecta directa a partir de redes entomológicas fue más efectiva, sin embargo los nidos trampa pueden llegar a ser métodos de captura importantes para estudios de diversidad de abejas solitarias. Por último se logró demostrar que las variables temperatura y humedad relativa influyen tanto en la diversidad de especies de un lugar, como en el ciclo de vida de las especies de abejas solitarias.

Se recomienda para posteriores estudios, realizar un estudio de la melitofauna del bosque seco tanto en condiciones climáticas normales como en condiciones de fenómeno de niña, con el fin de evaluar la diversidad verdadera de especies de abejas del género *Centris*, y la variación temporal, y un mayor tiempo de muestro para el caso de la metodología indirecta de nidos trampa, debido a que la eclosión de las especies de los nidos trampa puede llegar a tomar más tiempo, no solo para

identificar las especies nidificantes si no conocer y describir su ecología de nidificación.

## **Bibliografía.**

Aguiar, A. J. C., & Martins, C. F. (2002). Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(Supl-1), 101-116.

Aguiar, C. M. L., & Gaglianone, M. C. (2003). Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4), 601-606.

Aguiar, C. M., & Garófalo, C. A. (2004). Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(3), 477-486.

Aguiar, C. M., Garófalo, C. A., & Almeida, G. F. (2005). Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4), 1030-1038.

Aguiar, C.M.L., F.C.V. Zanella, C.F. Martins, C.A.L. de Carvalho (2003) Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais *Neotropical Entomology* 32(2):247-259.

Alves-dos-Santos, I. (2004). Nesting biology of *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4), 739-744.

Couto, R. M., & Camillo, E. (2007). Influence of temperature on the immatures mortality of *Centris* (Heterocentris) analis (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Iheringia. Série Zoologia*, 97(1), 51-55.

Dorado, J., Vásquez, D. P., Stevani, E. L., Chacoff, N. P. (2011). Rareness and specialization in plant-pollinator networks. *Ecology* **92**, 19–25.

Instituto de investigación en recursos biológicos Alexander Von Humboldt. 1999 de la Biodiversidad, P. D. I., de Exploraciones, G., & GEMA, M. A. El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia.

Fabricius, J. C. (1798). *Joh. Christ. Fabricii... Supplementum entomologiae systematicae*. apud Proft et Storch.

Fabricius, J.C. (1804) *Systema Piezatorum*. Braunschweig, 439 + 30 pp.

Garófalo, C. A. (2008). Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nidificando em ninhos-armadilha na estação ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Anais do VIII Encontro sobre Abelhas-Biodiversidade e uso sustentado de abelhas*, 208-217.

González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J., & Návar Cháidez, J. D. J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia uanl*, 6(3).

González-Córdoba, M., & Montoya-Lerma, J. (2014). Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 297-305.

Instituto de investigación en recursos biológicos Alexander Von Humboldt. (1996). Exploración ecológica a los fragmentos del bosque seco en el valle del río Magdalena (Norte del Tolima) GEMA-01

Krombein, K. V. (1967). Trap-nesting wasps and bees.

Lundberg, J. G. (1997). Fishes of the La Venta fauna: additional taxa, biotic and paleoenvironmental implications. : The Miocene fauna of La Venta, Colombia. Smithsonian Institution Press, Washington, *Vertebrate paleontology in the Neotropics DC*, 67-91.

Mahlmann, T., & De Oliveira, F. F. (2012). A new species of *Centris* (*Centris*)(Fabricius) from northeastern Brazil, with taxonomic notes on *C.(C.) pulchra* Moure, Oliveira & Viana (Hymenoptera, Apidae). *ZooKeys*, (255), 49.

Martins, A. C., & Melo, G. A. (2016). The New World oil-collecting bees *Centris* and *Epicharis* (Hymenoptera, Apidae): molecular phylogeny and biogeographic history. *Zoologica Scripta*, 45(1), 22-33.

Michener, C. D. (1964). Reproductive efficiency in relation to colony size in hymenopterous societies. *Insectes Sociaux*, 11(4), 317-341.

Michener, C. D. (1974). *The social behavior of the bees: a comparative study*(Vol. 73, No. 87379). Harvard University Press

Michener, C. D. (2007). *The Bees of the World*. 2nd. Ed. Johns Hopkins, Baltimore.

Montalva, J., Sepúlveda, Y., & Baeza, R. (2011). *Cadeguala occidentalis* (Haliday, 1836)(Hymenoptera: Colletidae: Diphaglossinae): biología de nidificación y morfología de los estados inmaduros. *Boletín de Biodiversidad de Chile*, (5), 3-21.

Morato, E.F., M.V.B. Garcia & L.A.O. Campos. 1999. Biología de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na

- Amazônia Central. *Rev. Bras. Zool.* 16: 1213-1222.
- Morato, E.F., M.V.B. Garcia & L.A.O. Campos. 1999. Biología de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Rev. Bras. Zool.* 16: 1213-1222.
- Olaya, A., Sánchez, M., & Tovar, A. (2004). Directrices para zonificación, uso y manejo del desierto La Tatacoa. *Entornos*, 1(12), 27-46.
- Osuna, E. (1984). Monografía de la tribu Anisoscelini (Hemiptera, Heteroptera Coreidae): I. Revisión genérica. *Boletín de Entomología Venezolana*, 3, 77-148.
- Palma, N. H. O., & Polania, R. M. (2013). Identificación y descripción del avance del proceso de desertificación en el ecosistema estratégico desierto de La Tatacoa. Periodo: 1975 a 1993. *Ingeniería y Región*, (10), 149-158.
- Pina, W. D. C., & Aguiar, C. M. (2011). Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apidae) in orchards of Acerola (*Malpighia emarginata*) in a semiarid region of Brazil. *Sociobiology*, 58(2), 379-392.
- Pla, L. (2006). Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza.
- Rosa, J. F. (2013). Dinâmica espacial na diversidade de abelhas Centridini: oferta de óleos florais como medida da qualidade do habitat.
- Sepúlveda Cano, P. A. (2013). *Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) en cultivos de papa (Solanum tuberosum L.) y su efecto en la polinización* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia, Medellín).
- SMITH-PARDO, A. H. (1999). Abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la zona de influencia del embalse Porce II (Antioquia, Colombia)[tesis de Maestría]. *Medellín: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Postgrado en Entomología, Universidad Nacional de Colombia.*
- Smith-Pardo, A., & Gonzalez, V. H. (2007). Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta biológica colombiana*, 12(1), 43.

- Uribe Botero, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina
- Velandia, V., & Danny, E. *Revisión del género centris fabricius, 1804 (Hymenoptera: apidae: centridini) en Colombia (2012)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Viana, B.F., Silva, F.O. and Kleinert, A.M.P. 2001. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology* 30: 245-25
- Vivallo, F. E. L. I. P. E., Vélez, D. A. N. N. Y., & Fernández, F. E. R. N. A. N. D. O. (2016). Two new species of *Centris* (*Aphemisia*) Ayala, 2002 from Colombia with a synopsis of the subgenus for the country (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Zootaxa*, 4093(2), 201.
- Vivallo, F., & Melo, G. A. (2009). Taxonomy and geographic distribution of the species of *Centris* of the hyptidis group (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a description of a new species from Central Brazil. *Zootaxa*, 2075, 33-44.
- Zanella, F., Toro, H., & Vivallo, F. (2002). Las especies chilenas de *Centris* (*Wagenknechtia*) Moure 1950:(Hymenoptera: Apidae). *Acta entomológica chilena*, (26), 59-80.
- Zanella, F.C.V. (2002) Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-americanas de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950, incluindo uma análise filogenética do grupo *Centris sensu* Ayala, (1998) (Hymenoptera: Apoidea: Centridini) *Revista Brasileira de Entomologia* 46(4):435-488