



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

Descripción de conjuntos de icnofósiles de insectos del Oligoceno temprano de
México atribuibles a la Icnofacies *Celliforma*

Tesis

Que para obtener el título profesional de
Licenciada en Biología

Presenta

Balbina Hernández Ramos

Directora

Dra. Rosalía Guerrero Arenas

Puerto Escondido, Oaxaca 2019

Agradecimientos

A la Dr. Rosalía Guerrero-Arenas, por su dedicación en la dirección de mi tesis, le agradezco los múltiples esquemas que me elaboró en los momentos en que me perdí y que ayudaron a ordenar y encaminar este trabajo, por facilitarme las herramientas necesarias para entender el mundo de la tecnología y realizar este escrito.

Al Dr. Eduardo Jiménez-Hidalgo, por ayudarme en momentos cuando las ideas se quedaban estancadas, gracias por sentarse a mostrarme formas de abordar un tema, explicarme con paciencia métodos estadísticos y compartir sus experiencias.

Al Dr. Jorge Genise, que con su trabajo inspiró la redacción de mi tesis.

Al Dr. Carlos Estrada, Mtra. Helisama, Mtra. Rosario, Dra. Rosalía y Dr. Eduardo por la revisión de este trabajo, sus observaciones y sugerencias lo enriquecieron.

A la Dra. Rosalía y al Dr. Eduardo, les agradezco los buenos ratos en campo, laboratorio, los consejos, las anécdotas de vida, los conocimientos, por su amistad brindada y por impulsarme a crecer como profesional y persona, por la confianza brindada durante mi estancia en el laboratorio.

A mi mamá Leo, quien durante estos largos años de mi formación me ha apoyado con todo lo que le ha sido posible.

A Javier, por apoyar mis decisiones, por creer en mí y escuchar mis largas pláticas.

A Iselita y Diego, por darme ánimos y compartir conmigo parte de su vida. A cada uno de mis primos, por ser motivo de muchas alegrías. A mi tía Pau, por el apoyo que me ha brindado.

A Lizbeth, mi amiga de toda la vida, y a Lluly, por escucharme y compartir conmigo sus experiencias, fortaleza y esperanza.

A mis amigas de la universidad: Les, Eli, Lau y Meli; los amigos que conocí en el laboratorio: Ary, Aby, Wen, Perla, Isma, Mario, Miguel, Cris y demás integrantes de la tropa de campo, les agradezco los buenos ratos compartidos.

A cada uno de los que ayudaron a la colecta del material de estudio de esta tesis: Dra. Rosalía, Dr. Eduardo, Dr. Krister, Ariadna, Abigail, Ismael, Jaime Priego, Karla, Mara, Suleima, Eduardo, Elizabeth y Miguel Salinas.

A Kary, por la atención brindada durante la elaboración y corrección de mi mapa.

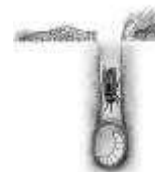
Financiamiento

El financiamiento de esta investigación estuvo a cargo del proyecto “Asociaciones faunística y ambientes de depósito de las localidades fosilíferas continentales del Eoceno tardío de la Mixteca Alta oaxaqueña” (CONACYT ciencia básica 2015, N° 255883)



ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
ANEXOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
II. ANTECEDENTES	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Clasificación de los icnofósiles	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Las icnotaxobases y su uso en la descripción de icnofósiles de insectos	¡Error! Marcador no definido.
2.3 Familias de trazas fósiles de insectos en los paleosuelos	¡Error! Marcador no definido.
2.4 El modelo de icnofacies: las icnofacies continentales de invertebrados en paleosuelos ...	¡Error! Marcador no definido.
2.5 La Icnofacies <i>Celliforma</i> y sus implicaciones paleoambientales	¡Error! Marcador no definido.
2.6. Localidades en las que se han reportado a la Icnofacies <i>Celliforma</i>	¡Error! Marcador no definido.
III. ZONA DE ESTUDIO	¡Error! Marcador no definido.
IV. JUSTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
V. OBJETIVOS	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Objetivo general	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Objetivos específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
VI. HIPÓTESIS	¡Error! Marcador no definido.
VII. MATERIAL Y PROCEDIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
7.1 Trabajo de campo	¡Error! Marcador no definido.
7.2 Trabajo de laboratorio	¡Error! Marcador no definido.
7.2.1 Descripción de los ejemplares	¡Error! Marcador no definido.
7.2.2 Establecimiento de las variables a medir.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.3 Número de productores y su identidad taxonómica.....	¡Error! Marcador no definido.



7.2.4 Análisis paleoambiental	¡Error! Marcador no definido.
VIII. RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
8.1 Icnología sistemática	¡Error! Marcador no definido.
8.2 Riqueza de icnotaxones	¡Error! Marcador no definido.
8.3 Productores propuestos por forma general y su identidad taxonómica	¡Error! Marcador no definido.
8.4 Productores propuestos por el análisis de agrupamiento	¡Error! Marcador no definido.
8.5 Riqueza y abundancia de icnotaxones por localidad	¡Error! Marcador no definido.
8.6 Elementos asociados a los icnofósiles de insectos	¡Error! Marcador no definido.
IX. DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
9.1 Diversidad de icnofósiles	¡Error! Marcador no definido.
9.2 Productores propuestos por la forma general de los ejemplares..	¡Error! Marcador no definido.
9.3 Productores propuestos por el análisis de agrupamiento	¡Error! Marcador no definido.
9.4 Comparación en literatura con icnitas de productores recientes .	¡Error! Marcador no definido.
9.5 Análisis ambiental	¡Error! Marcador no definido.
9.6 Comparación con conjuntos de la icnofacies <i>Celliforma</i> de otros afloramientos.....	¡Error! Marcador no definido.
9.7 Implicaciones del registro de icnofósiles de insectos en Santiago Yolomécatl	¡Error! Marcador no definido.
X. CONCLUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
XI. BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación etológica de los icnofósiles.....	4
Figura 2. Modificaciones de la pared.....	6
Figura 3. Pared y modificaciones de su morfología superficial.	7
Figura 4. Icnofósil que consiste en una cámara y un túnel asociado a unos de sus extremos	8
Figura 5. Entradas de túneles con relleno pasivo.....	9
Figura 6. Madriguera con relleno activo meniscado	9
Figura 7. Icnofósiles atribuibles a la familia Celliformidae.....	11
Figura 8. Icnofósiles atribuibles a la familia Krausichnidae.....	11
Figura 9. Icnofósiles atribuibles a la familia Coprinisphaeridae.....	12
Figura 10. Icnofósiles atribuibles a la familia Palichnidae.....	12
Figura 11. Icnofacies y sus implicaciones ambientales.	16
Figura 12. Icnofacies <i>Celliforma</i> en un ambiente palustre.....	18
Figura 13. Icnofacies <i>Celliforma</i> en un bosque seco.....	19
Figura 14. Icnofacies <i>Celliforma</i> en un matorral.....	19
Figura 15. Ubicación geográfica y litología del sitio de estudio.....	21
Figura 16. Vistas panorámicas de las cuatro localidades fosilíferas bajo estudio.....	23
Figura 17. Perfil estratigráfico generalizado de la zona de estudio.....	24
Figura 18. Trabajo de campo.....	27
Figura 19. Variables medidas en ejemplares del género <i>Fictovichnus</i>	29
Figura 20. Variables medidas en ejemplares de <i>Celliforma spirifer</i>	29
Figura 21. Variables medidas en ejemplares de <i>Celliforma curvata</i>	30
Figura 22. Variables medidas en ejemplares de <i>Celliforma germanica</i>	30
Figura 23. Lámina de Icnoespecies del género <i>Celliforma</i>	36
Figura 24. Lámina de tipos informales de <i>Celliforma curvata</i>	39



Figura 25. Morfotipos de la familia Celliformidae.....	43
Figura 26. Lámina del Morfotipo 4, familia Celliformidae.....	44
Figura 27. Lámina de ejemplares de <i>Teisseirei barattinia</i> y <i>Teisseirei isp.</i>	47
Figura 28. Bloque de matriz con ejemplares de <i>F. gobiensis</i>	50
Figura 29. Morfología superficial de ejemplares de <i>Fictovichnus sciuttoi</i>	52
Figura 30. Tipos informales de <i>Fictovichnus gobiensis</i> y <i>Fictovichnus sciuttoi</i>	54
Figura 31. Ejemplares de <i>Pallichnus dakotensis</i>	56
Figura 32. Elementos asociados a icnofósiles de insectos.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de medidas para <i>Celliforma germanica</i>	34
Tabla 2. Rangos de medidas para <i>Celliforma spirifer</i>	35
Tabla 3. Rangos de medidas para <i>Celliforma curvata</i>	38
Tabla 4. Rangos de medidas para <i>Fictovichnus gobiensis</i> y <i>F. sciuttoi</i>	53
Tabla 5. Número de probables productores y su identidad taxonómica.....	58
Tabla 6. Rangos de medidas de los ejemplares de <i>Fictovichnus gobiensis</i> en los grupos formados por el análisis de agrupamiento.....	60
Tabla 7. Rangos de medidas de los ejemplares de <i>F. sciuttoi</i> en los grupos formados por el análisis de agrupamiento.....	61
Tabla 8. Icnofósiles de insectos en afloramientos de Santiago Yolomécatl.....	62
Tabla 9. Elementos asociados a icnofósiles de insectos en los afloramientos de Santiago Yolomécatl.....	63
Tabla 10. Conjuntos de icnofósiles atribuibles a la Icnofacies <i>Celliforma</i>	76

ANEXOS

Anexo 1. Fenograma para los ejemplares *Fictovichnus gobiensis*

Anexo 2. Fenograma para los ejemplares *Fictovichnus sciuttoi*



RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue describir detalladamente conjuntos de icnofósiles de insectos del yacimiento de Santiago Yolomécatl, Oaxaca, México (Oligoceno temprano). Los objetivos específicos fueron: (1) Describir la diversidad de icnotaxones; (2) Deducir el número de posibles productores de los icnotaxones y proponer su identidad taxonómica; (3) Inferir las condiciones paleoambientales con base en el enfoque de icnofacies. Se analizaron 1561 ejemplares de icnofósiles de insectos y diversos elementos asociados colectados desde 2015 hasta 2018, en cuatro localidades fosilíferas de este yacimiento. Los taxones encontrados fueron *Celliforma spirifer*, *C. germanica*, *C. curvata*, *Fictovichnus gobiensis*, *F. sciuttoi*, *Teisseirei barattinia*, *Teisseirei* sp., *Pallichnus dakotensis* y cuatro morfos atribuibles a Celliformidae. Éstos representan celdillas de anidación de abejas (*Celliforma* spp., morfotipos), cámaras pupales de escarabajos (*Fictovichnus gobiensis*), cámaras pupales de avispa (*Fictovichnus sciuttoi*), cámaras pupales de polillas (*T. barattinia*, *Teisseirei* sp.) y cámaras de cría de escarabajos peloteros (*Pallichnus dakotensis*). A partir de la forma general y tamaño de los ejemplares se reconocieron variantes (tipos informales) dentro de los icnotaxones y morfotipos, los cuales permiten proponer la presencia de trece taxones de abejas productoras de icnofósiles de la icnofamilia Celliformidae, al menos cinco taxones de coleópteros, cuatro taxones de avispa, la presencia de al menos dos tipos de polillas y un escarabajo pelotero. El análisis de agrupamiento sugiere cinco escarabajos productores de *Fictovichnus gobiensis* y tres avispa productoras de *F. sciuttoi*. La diversidad de probables productores de los icnofósiles sugiere que las comunidades de insectos que vivieron en el Oligoceno incluían una diversidad importante de abejas, coleópteros, avispa, polillas y escarabajos peloteros. Los conjuntos de icnofósiles de los cuatro afloramientos estudiados se asignan a la Icnofacies *Celliforma*. La abundancia y riqueza de icnotaxones y elementos asociados encontrados indican un desarrollo de diferentes comunidades vegetales como matorrales, bosques secos y ambientes palustres. El registro de la Icnofacies *Celliforma* indica la prevalencia de ambientes áridos y subáridos, con cambios en las comunidades vegetales a través del tiempo y espacio.



ABSTRACT

The main objective of this work was to describe the insect trace fossil assemblages from fossiliferous outcrops in Santiago Yolomécatl, Oaxaca, Mexico (early Oligocene). The specific objectives were: (1) to describe the diversity of ichnotaxons; (2) to infer the number of possible producers of the ichnotaxons and propose their taxonomic identity; and (3) to interpret paleoenvironmental conditions based on the ichnofacies approach. A total of 1561 specimens of insect ichnofossils were analyzed, as well as and various associated elements, which were all collected from 2015 to 2018 in four fossiliferous localities. The identified taxa were *Celliforma spirifer*, *C. germanica*, *C. curvata*, *Fictovichnus gobiensis*, *F. sciuttoi*, *Teisseirei barattinia*, *Teisseirei* sp., *Pallichnus dakotensis*, and four morphotypes attributable to Celliformidae. The ichnofossils represent nest cells of bees (*Celliforma* ispp., morphotypes), pupation chambers of beetles (*Fictovichnus gobiensis*), pupation chambers of wasps (*Fictovichnus sciuttoi*), pupation chambers of moths (*T. barattinia*, *Teisseirei* isp), and dung beetle brood balls (*Pallichnus dakotensis*). Based on the general form and size of the specimens, were recognized variants (informal types) within ichnotaxons and morphotypes. These variants allow us to infer the presence of thirteen taxa of bees producers Celliformidae ichnofossils; at least five coleopterous taxa; four taxa of wasps; and the presence of at least two types of moths and one dung beetle. Cluster analysis suggests five beetle producers of *Fictovichnus gobiensis* and six wasp producers of *F. sciuttoi*. The diversity of probable producers of ichnofossils suggests that insect communities living in the Oligocene included a significant diversity of bees, beetles, wasps, moths, and dung beetles. Ichnofossils assemblages of the four localities were assigned to the *Celliforma* ichnofacies. The abundance and richness of ichnotaxons and their associated elements indicates the development of different plant communities such as scrubs, dry woodland and palustrine environment. *Celliforma* Ichnofacies indicate the prevalence of arid and subarid environments, with changes in plant communities throughout time and space.