



Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido

Evaluación de la forma de los molares en los roedores
Gregorymys mixtecorum y *Gregorymys veloxikua* del
Oligoceno temprano de Santiago Yolomécatl, Oaxaca
y sus implicaciones paleobiológicas

TESIS

Que para obtener el Título Profesional
de Licenciada en Biología

Presenta

Jazmín Villanueva Acatitlán

Director

Dr. Eduardo Jiménez Hidalgo

Puerto Escondido, Oaxaca 2023

DEDICATORIA

*Caminante, son tus huellas el camino, y nada más;
caminante, no hay camino: se hace camino al andar.*

Antonio Machado

A mis padres, por su invaluable apoyo y amor infinito. A mis hermanos por todo el apoyo brindado, nada de esto sería posible sin su valiosa ayuda.

A mis amigos, por jamás dejarme sola y motivarme siempre a continuar.

A mí, por jamás rendirme y siempre ser constante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mis padres Lucía y Bernardo. A mis hermanos, Gabriel, José Antonio, Juan Bernardo, Zacarías, gracias a su bondadosa ayuda pude culminar este proyecto. Un agradecimiento especial a mi hermana Maribel, fue clave en todo este proceso. A mis hermanos QPD Isidro, Daniel y Guillermo, sé que les llenaría de orgullo este logro, fueron gran parte de mi motivación día con día. De manera general, agradezco a todos mis familiares que me apoyaron.

Agradezco a mi director de tesis el Dr. Eduardo Jiménez-Hidalgo por su infinita paciencia, por compartirme sus conocimientos y material bibliográfico. A mis revisores, Dra. Rosalía Guerrero Arenas por sus excelentes comentarios y sugerencias para este trabajo, al Dr. Noé Ruiz García por su apreciada ayuda, al Dr. Carlos García Estrada por sus comentarios al trabajo y al Dr. Gerardo F. Carbot Chanona por tomarse el tiempo necesario para la revisión de este escrito.

También agradezco a las autoridades de Santiago Yolomécatl por la confianza y el apoyo brindado y por permitirnos trabajar en el área.

Parte de los ejemplares estudiados se recolectaron gracias al financiamiento de los siguientes proyectos: UMAR CUP 2IR1606, Conacyt-Ciencia Básica N°101626, Conacyt-Ciencia Básica N°255883 y NG/Waite Grant Program #77-09.

Gracias infinitas a Ruth por acompañarme y darme todo su apoyo durante el proceso y finalización de este proyecto, fuiste parte fundamental para todo esto.

Agradezco especialmente a Ale por todo su gran apoyo al inicio de este proyecto. A mis amigas Denisse, Perla y Julia por sus ánimos y buenos deseos. A Kenya e Ileana por sus valiosas palabras de motivación y optimismo. A Elizabeth por su amistad y buena compañía. A mis compañeros de campo Ismael y Yurani gracias por los buenos momentos. A mis compañeras y amigas del laboratorio Esmeralda, Betty y Alma que vieron todo el progreso de mi proyecto, gracias por las risas y el apoyo moral brindado.

Esta tesis forma parte del proyecto interno UMAR 2IR2304.

CONTENIDO

1. Índice de tablas.....	VI
2. Índice de figuras	VI
3. Índice de los anexos	VII
4. Resumen	1
5. Abstract.....	2
6. Introducción	3
7. Marco teórico.....	5
8. Antecedentes.....	7
9. Objetivos.....	9
9.1 Objetivo general.....	9
9.2 Objetivos específicos	9
10. Justificación	9
11. Hipótesis	9
12. Área de estudio.....	10
13. Geología del sitio	11
14. Materiales y métodos.....	14
14.1 Abreviaturas	14
14.2 Limpieza y consolidación de ejemplares.....	14
14.3 Identificación de especies	15
14.4 Material fósil.....	16
14.5 Obtención de fotografías.....	16
14.6 Análisis de la forma.....	17
14.6.1. <i>Landmarks</i> y <i>semilandmarks</i>	17
14.7 Análisis estadísticos.....	18

15. Resultados.....	19
15.1 Paleontología sistemática	19
15.1.1 <i>Gregorymys mixtecorum</i>	19
15.1.2 Material referido.....	19
15.1.3 Localidades fosilíferas.	19
15.1.4 Diagnósis.	20
15.1.5 Descripción.	20
15.1.6 Identificación taxonómica.....	21
15.2 <i>Gregorymys veloxikua</i>	22
15.2.1 Material referido.....	22
15.2.2 Localidades fosilíferas.	23
15.2.3 Diagnósis.	23
15.2.4 Descripción.	23
15.2.5 Identificación taxonómica.....	25
15.3 Análisis de Funciones Discriminantes.....	26
15.4 Análisis de la forma de los dientes.....	27
15.4.1 Premolar superior 4 en ED1	27
15.4.2 Molar superior 1 en ED4	28
15.4.3 Molar superior 2 en ED4	29
15.4.4 Premolar inferior 4 en ED1	30
15.4.5 Premolar inferior 4 en ED4	31
15.4.6 Molar inferior 2 en ED3	32
15.4.7 Molar inferior 2 en ED4	33
15.5 Formas promedio de los molares superiores	34
15.6 Formas promedio de los molares inferiores	35

15.7 Prueba estadística de U Mann-Whitney	36
15.8 Pruebas estadísticas de la forma promedio de los molares	36
16. Discusión.....	37
16.1 Asignación taxonómica	37
16.1.1 Rasgos cualitativos	37
16.1.2 Aspectos estadísticos	37
16.2 Análisis de la forma.....	38
16.3 Variación morfológica producto del desgaste	38
16.4 Desplazamiento de caracteres.....	39
17. Conclusiones y perspectivas	42
18. Literatura citada.....	43
19. Anexos	49

1. Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los landmarks propuestos para los P4 y p4 en ED1.	17
Tabla 2. Descripción de los landmarks utilizados por Calede & Glusman 2017....	18
Tabla 3. Valores del estadístico de la F de Goodall.	37

2. Índice de figuras

Figura 1. Mapa del municipio de Santiago Yolomécatl.....	10
Figura 2. Localidad fosilífera Oax-10.....	11
Figura 3. Localidad fosilífera Oax-13.....	11
Figura 4. Mapa geológico del área de estudio.....	12
Figura 5. Columna estratigráfica de la Formación Chilapa.....	13
Figura 6. Medidas tomadas a los ejemplares. A) Maxila; B) Mandíbula; C) y D) Hemimandíbula.	15
Figura 7. Esquemas de los estados de desgaste utilizados.....	17
Figura 8. Vista oclusal de <i>G. mixtecorum</i>	21
Figura 9. A) Maxilas y B) mandíbulas de <i>G. mixtecorum</i>	22
Figura 10. Vista oclusal del ejemplar GV 376.....	24
Figura 11. A) Maxilas y B) mandíbulas de <i>G. veloxikua</i>	25
Figura 12. Análisis de funciones discriminantes de los molares superiores.....	26
Figura 13. Análisis de funciones discriminantes de los molares inferiores.....	26
Figura 14. Análisis de componentes principales y gridas de deformación de los P4 en ED1.	27
Figura 15. Análisis de componentes principales y gridas de deformación en el M1 en ED4.	28
Figura 16. Análisis de componentes principales y gridas de deformación del M2 en ED4.	29
Figura 17. Análisis de componentes principales y gridas de deformación del p4 en ED1.	30
Figura 18. Análisis de componentes principales y gridas de deformación del p4 en ED4.	31

Figura 19. Análisis de componentes principales y gridas de deformación del m2 en ED3.	32
Figura 20. Análisis de componentes principales y gridas de deformación en el m2 ED4..	33
Figura 21. Comparación de formas promedio del P4 en ED1. A) <i>G. veloxikua</i> ; B) <i>G. mixtecorum</i>	34
Figura 22. Comparación de formas promedio del M1 en ED4. A) <i>G. veloxikua</i> ; B) <i>G. mixtecorum</i>	34
Figura 23. Comparación de formas promedio del p4 en ED1. A) <i>G. veloxikua</i> ; B). <i>G. mixtecorum</i>	35
Figura 24. Comparación de formas promedio de los m2 en ED3. A) <i>G. veloxikua</i> ; B) <i>G. mixtecorum</i>	35
Figura 25. Comparación de formas promedio de los m2 en ED4. A) <i>G. veloxikua</i> ; B) <i>G. mixtecorum</i>	36
Figura 26. A) Vaciados de las galerías de <i>Gregorymys</i> . B) Comparación de las marcas de los incisivos con un ejemplar de <i>G. veloxikua</i>	40

3. Índice de los anexos

Anexo 1. Estadística descriptiva de los dientes superiores de <i>G. veloxikua</i> . Tomado de Jiménez-Hidalgo <i>et al.</i> (2018).....	49
Anexo 2. Estadística descriptiva de los dientes inferiores de <i>G. veloxikua</i> . Tomado de Jiménez-Hidalgo <i>et al.</i> (2018).....	49
Anexo 3. Estadística descriptiva de los dientes superiores de <i>G. mixtecorum</i> . Tomado de Ortiz-Caballero <i>et al.</i> (2020).	50
Anexo 4. Estadística descriptiva de los dientes inferiores de <i>G. mixtecorum</i> . Tomado de Ortiz-Caballero <i>et al.</i> (2020).	50
Anexo 5. Estadística descriptiva de los dientes superiores de <i>G. mixtecorum</i>	51
Anexo 6. Estadística descriptiva de los dientes inferiores de <i>G. mixtecorum</i>	52
Anexo 7. Estadística descriptiva de los dientes superiores de <i>G. veloxikua</i>	52
Anexo 8. Estadística descriptiva de los dientes inferiores de <i>G. veloxikua</i>	53

Anexo 9. Prueba de U Mann-Whitney de los dientes superiores de ambas especies.
..... 54

Anexo 10. Prueba de U Mann-Whitney de los dientes inferiores de ambas especies.
..... 54

4. Resumen

Los geómidos *Gregorymys veloxikua* y *Gregorymys mixtecorum* son las especies más sureñas de la subfamilia Entoptychinae en Norteamérica. Los ejemplares de estas dos especies fueron colectados en las mismas madrigueras y estratos del Oligoceno temprano (Formación Chilapa), en los alrededores de Santiago Yolomécatl, al noroeste de Oaxaca. Durante la descripción de ambas especies se observaron diferencias cualitativas en la variación de la forma de los dientes. En otros estudios se determinó que los análisis de morfometría geométrica permiten la identificación de los entoptiquines. Por ello, se utilizó esta técnica para evaluar cuantitativamente la variación de la forma en 39 dientes de *G. veloxikua* y 18 dientes de *G. mixtecorum*. Se evaluó la variación en dientes con poco desgaste (ED1) y dientes moderadamente desgastados (ED3 y ED4). En trabajos anteriores, se utilizaron tres *landmarks* y 40 *semilandmarks* para los dientes con ED3 y ED4. Para los dientes en ED1 se propuso un sistema de seis *landmarks* y 34 *semilandmarks*. Los análisis de componentes principales (PCA) mostraron que existe una amplia variación de la forma de los dientes entre ambas especies y dentro de las mismas especies. Los resultados del estadístico F de Goodall mostraron que existen diferencias significativas en la forma promedio entre ambas especies en el P4 en ED1, el M1 en ED4, el p4 en ED1 y los m2 en ED3 y ED4. La forma promedio no pudo evaluarse en todos los dientes debido al limitado tamaño de muestra (<3 ejemplares). Las diferencias observadas en la forma promedio de los dientes (así como sus diferencias de tamaño), pudo deberse al desplazamiento de caracteres para la reducción de la competencia entre ambas especies. De este modo, dichas diferencias permitirían la explotación de diferentes recursos alimenticios entre ambas especies, permitiendo su coexistencia.

Palabras clave: Rodentia, morfometría geométrica, *landmarks*, variación, desplazamiento de caracteres, coexistencia.

5. Abstract

The geomyids *Gregorymys veloxikua* and *Gregorymys mixtecorum* are the most southern species of the subfamily Entoptychinae in North America. Specimens of the two species were collected from the same burrows and the same early Oligocene strata (Chilapa Formation), outcropping in the outskirts of Santiago Yolomécatl in northwestern Oaxaca. Shape variation of teeth was qualitatively observed during the description of both species. Accordingly, since it was previously determined that geometric morphometric analyses allow the identification of entoptychines, this technique was used to quantitatively evaluate the shape variation in 39 teeth of *G. veloxikua* and 18 teeth of *G. mixtecorum*. Variation was evaluated in slightly worn teeth (stage of wear one -SW1-) and moderately worn teeth (stages of wear three and four -SW3, SW4-). As in a previous work, three *landmarks* and 40 *semilandmarks* were used in teeth with SW3 and SW4, whereas six *landmarks* and 34 *semilandmarks* were used in teeth with SW1. Principal component analyses showed that there is a wide variation in teeth shape within species and between species. Goodall's F statistic results showed that there are significant mean shape differences between both species in the P4 in SW1, the M1 in SW4, the p4 in SW1, and the m2 in SW3 and SW4. The mean shape could not be evaluated in the remaining tooth positions given its limited sample size (< 3 specimens). The observed teeth shape differences (as well as their different size) may have been due to character displacement to reduce competition between the two species. In this way, these differences would allow the exploitation of different food resources between the two species, allowing them to coexist.

Keywords: Rodentia, geometric morphometrics, *landmarks*, variation, character displacement, coexistence.