



**UNIVERSIDAD MICHOCANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**Instituto de Investigaciones sobre los Recursos
Naturales**

**Influencia de la dieta en la ecología
química en cuatro poblaciones de
*Aspidoscelis lineattissimus***

TESIS

Como requisito parcial para obtener título de

**Maestro en Ciencias en Ecología
Integrativa**

presenta

Biól. Mario Alberto Sosa Toche

Asesora: Dra. Ileri Suazo Ortuño

Coasesor: Dr. Ernesto Raya García

Morelia, Michoacán agosto de 2025

DEDICATORIA

A mis asesores la Dra. Ileri Suazo Ortuño y el Dr. Ernesto Raya García quienes me apoyaron académicamente en la realización de este proyecto de investigación.

Una especial mención a mis familiares cercanos mi padre Mario Sosa González y Maribel Toche Flores y a todos aquellos que desde la discreción y anonimato me han impulsado en la formación académica y en el resto de mis objetivos personales.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por emitir el permiso de recolección número SGPA/DGVS/03701/17. A Isaac Arteaga Tinoco, Jerónimo Hernández Demeza, Roberto Colín Martínez, centro ecoturístico Ayult y a la comunidad indígena de Maruata por la asistencia y los servicios brindados durante nuestro estudio. También se agradece a los revisores anónimos por sus sugerencias y consideraciones que mejoraron notablemente este trabajo de investigación. Este estudio fue financiado por el proyecto “Sucesión en bosques tropicales: recuperando biodiversidad, servicios y funciones del ecosistema” (CONACyT 2015-255544). Beca de posgrado otorgada por el Programa Maestría en Ciencias en Ecología Integrativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) al MAST (CVU 1276454). Maestría en Ciencias Tesis del autor principal, bajo la dirección de Ileri Suazo Ortuño y Ernesto Raya García.

CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES	10
2.1 Importancia del estudio de las señales químicas	10
2.2 Generalidades sobre la anatomía y fisiología de los sistemas de señalización química en reptiles	11
2.3 El cerebro de los reptiles	14
2.4 Complejidad de la ecología en forrajeo y la diversidad de dieta en <i>Aspidoscelis</i>	16
2.5 El papel evolutivo en las divergencias químicas	19
2.6 Relaciones alimentarias con la señalización química	22
3. HIPÓTESIS	25
4. OBJETIVOS	26
5. MATERIALES Y MÉTODOS	27
5.1 Descripción de la especie	27
5.2 Descripción y selección del área de estudio de <i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	28
5.3 Trabajo de Campo	30
5.4 Identificación química de las secreciones femorales	31
5.5 Identificación de la dieta	31
5.6 Análisis estadísticos de los datos	32
6. RESULTADOS	34
6.1 Identificación taxonómica de la dieta	34
6.2 Secreciones químicas	37
6.3 Comparaciones de diversidad dieta y química entre poblaciones	39
6.4 Modelo mixto entre dieta y diversidad química	42
6.5 Comparación de abundancia de la dieta y abundancia química general	43
6.6 Comparación de abundancia de la dieta y abundancia en compuestos químicos específicos	44
7. DISCUSIÓN	46
7.1 Factores determinantes en la composición de las señales químicas	46
7.2 El papel de los grupos químicos en la señalización química	48
7.3 El vínculo de la dieta con compuestos químicos específicos	50
8. CONCLUSIONES	53
9. LITERATURA CITADA	55
10. ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS FIGURAS

Figura 1. Especie de estudio <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> (Huico de muchas líneas)	27
Figura 2. Visualización de la ubicación y disposición de los poros femorales en <i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	28
Figura 3. Ubicación geográfica de las cuatro poblaciones estudiadas, el área amarilla representa el rango de distribución de <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> , lagartija cola de látigo (Raya García et al., 2020)	29
Figura 4. Gráfico de caja diferencia de medianas de la diversidad química entre las poblaciones (línea negra), los bigotes representan el rango de los datos	39
Figura 5. Gráfico de caja diferencia de medianas de la diversidad de la dieta entre las poblaciones (línea negra), los bigotes representan el rango de los datos, el punto en Capirio representa un valor atípico registrado en esta población.	41
Figura 6. Gráfica basada en las predicciones del modelo en la relación dieta y química entre las poblaciones, líneas horizontales expresan que no hay un efecto de la dieta en la química. Las diferencias entre pendientes representan una relación de las variables diferente entre poblaciones.	43
Tabla 1. Compuestos químicos identificados a partir de secreciones de la glándula femoral de lagartijas macho <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> de cuatro poblaciones distintas: Capirio, Maruata, Perula, Isla (Cocinas) (Modificado de Raya-García et al., 2020).	35
Tabla 2. Diversidad de especies encontradas en los contenidos estomacales de <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> entre 2017 y 2018. Orden taxonómico de acuerdo con Trautwein y colaboradores (2012). Las X significa la presencia del Orden en esa población, mientras que ○ indica la presencia de una familia en particular en esa población.	38
Tabla 3. Comparaciones por pares entre poblaciones de <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> de la dieta y la química de los poros femorales	40

RESUMEN

Las lagartijas pueden señalar químicamente acerca del estado reproductivo y de salud a sus conespecíficos a través de secreciones de los poros femorales. Estas señales podrían estar influenciadas por la composición de la dieta, que explicaría la diversidad química. *Aspidoscelis lineattissimus* es un depredador especialista facultativo, alimentándose principalmente de termitas y secundariamente de hormigas, escarabajos, lepidópteros y arácnidos. Se exploró si existía una relación entre la dieta y la química de los poros femorales de la lagartija *A. lineattissimus*. Se analizó tanto la diversidad como la química en cuatro poblaciones en Nuevo Capiro y Maruata en Michoacán, Isla Cocinas y Pérula en Jalisco en el oeste de México. Reportamos en la dieta 34 familias y 14 órdenes que pertenecen a insectos y arácnidos. Coleoptera fue el taxón más representativo con 15 familias. Mientras que, los ésteres fueron el grupo químico más abundante, seguido de ácidos carboxílicos. No se encontró un efecto significativo entre la diversidad de la dieta y la diversidad química. Sin embargo, los análisis de abundancia de las presas mostraron correlaciones negativas entre Coleoptera y ésteres en las poblaciones de Maruata y Pérula. En isla Cocinas, se observó una correlación negativa entre Diptera y ésteres. No se detectaron correlaciones significativas que involucraran ácidos carboxílicos. Cuando se evaluaron las correlaciones con compuestos específicos, la población de Nuevo Capiro mostró tres correlaciones positivas: undecano-Coleoptera, trimetil dodecano-Coleoptera y ácido acético-Coleoptera. Además, se encontró una correlación negativa entre acetato de isobutilo e Hymenoptera. En Maruata, el oleato de metilo presentó una correlación negativa con Arachnida. En Pérula, el palmitato de etilo mostró una correlación positiva con Coleoptera. Finalmente, en Cocinas, el ácido palmítico presentó una correlación negativa con Diptera. Aunque la composición de la dieta fue consistente entre las poblaciones y no se observó una asociación general con señales químicas, las correlaciones específicas entre presas y compuestos encontrados en algunas poblaciones sugieren una contribución dietética limitada en la variación de las señales químicas. Concluimos que la dieta tiene una influencia limitada en la formación de las señales químicas, esto sugiere que otros factores ecológicos diferentes a la dieta podrían ser más determinantes en la configuración del perfil químico en *Aspidoscelis lineattissimus*.

Palabras clave: ácidos carboxílicos, dieta, ésteres, lagartija, señales químicas.

ABSTRACT

Lizards can signal health and reproductive status to their conspecifics through femoral pore secretions. These signals could be influenced by the composition of the diet, which would explain the chemical diversity. *Aspidoscelis lineattissimus* is a specialized facultative predator, it feeds primarily on termites, and secondarily on ants, beetles, lepidopterans, and arachnids. We tested the relationship between diet and femoral pore chemicals of the lizard *A. lineattissimus*. We analyzed diet and chemical diversity across four populations Nuevo Capiro and Maruata in Michoacán, Isla Cocinas and Pérula in Jalisco from western Mexico. The diet included 34 families from 14 orders that correspond Insects and Arachnids. Coleoptera was the most representative group with 15 families. While the esters were the dominant chemical group, followed by carboxylic acids. No significant effect was found between diet diversity and chemical diversity. However, analyses of prey abundances revealed negative correlations between Coleoptera and esters in the Maruata and Pérula populations. At Cocinas Island, a negative correlation was observed between Diptera and esters. No significant correlations were detected involving carboxylic acids. When correlations were assessed for specific compounds, the Nuevo Capiro population showed three positive correlations: undecane - Coleoptera, trimethyl dodecane - Coleoptera, and acetic acid - Coleoptera. Additionally, a negative correlation was found between isobutyl acetate and Hymenoptera. In Maruata, methyl oleate was negative correlated with Arachnida. In Pérula, ethyl palmitate showed a positive correlation with Coleoptera. Finally, in Cocinas palmitic acid exhibits a negative correlation with Diptera. Although diet composition was relatively consistent among populations and no general association with chemical signals was observed, the specific prey-compound correlations found in populations suggest a potential dietary contribution to chemical signal variation. We conclude that diet has a limited influence on the formation of chemical signals; this suggests that another ecological factor distinct from diet could be more determinant in the configuration of the chemical profile of *Aspidoscelis lineattissimus*.

Key words: carboxylic acids, chemical signals, diet, esters, lizards.

1. INTRODUCCIÓN

Los reptiles como las lagartijas y las serpientes poseen adaptaciones morfo-fisiológicas que les permiten obtener información química confiable del medio ambiente y de otros animales (Cooper Jr, 2000). Para esto, las lagartijas cuentan con glándulas especializadas en la producción de señales químicas: poros femorales y glándulas anales, que producen sustancias con la capacidad de volatilizarse en el ambiente y ser percibidas por otros lagartijas a través del lengüeteo enviando la información hacia el órgano vomeronasal (estructura responsable de la recepción química de partículas no volátiles) (Wyatt, 2010; Martín y López, 2011). Debido a que la producción de estas se relaciona con la calidad y cantidad de nutrientes, se considera a la dieta como un factor determinante para la fiabilidad de las señales químicas (Henneken et al., 2017). En *Aspidoscelis lineattissimus*, los requerimientos nutricionales son cubiertos por hábitos predatorios facultativo-generalistas que incluyen presas como: termitas, hormigas, escarabajos, arácnidos o cualquier artrópodo que pueden capturar de manera oportunista (Güizado-Rodríguez y Casas-Andreu, 2011).

Los compuestos producidos por los poros femorales se dividen en dos categorías: las feromonas que son percibidas de manera innata y son propias de cada especie, y las mezclas características que requieren de un aprendizaje y envían información individual del emisor (Wyatt, 2010). Estas señales químicas proporcionan información acerca de los niveles de hormonas sexuales (testosterona, corticosterona), estado de salud, capacidad del sistema inmune y calidad de la alimentación (Martín y López, 2015; Mayerl et al., 2015). Debido a la

diversidad de los compuestos químicos producidos en las glándulas femorales es posible discriminar entre las diferentes especies de lagartijas. Incluso, la alta especificidad de las sustancias químicas permite diferenciar entre poblaciones alopátricas dentro de la misma especie, que nos pueden ayudar a identificar entre complejos de especies de clados relacionados filogenéticamente como ocurre en el complejo *lineattissimus* (Duellman y Wellman, 1960; Raya *et al.*, 2020; 2021).

En vertebrados, la dieta es un elemento clave en la influencia en el perfil químico entre especies e individuos; estos componentes específicos o metabolitos obtenidos se excretan en heces, orina y secreciones glandulares que pueden reflejar la capacidad del individuo para obtener nutrientes con repercusiones en el comportamiento de los organismos (Havlíček *et al.*, 2019). Sin embargo, las diferencias químicas entre especies pueden estar influenciadas por diversos factores ambientales y a la cantidad de recursos que las especies destinan a la señalización química (Baeckens *et al.*, 2015). Raya-García y colaboradores (2020) exploraron la química femoral de cuatro poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus*, encontraron que la composición química de los machos varía entre poblaciones, además ambos sexos pueden discriminar olores prefiriendo las señales químicas de individuos de su propia población. Por lo tanto, en este proyecto se evaluó si las secreciones de los poros femorales entre los machos de cuatro poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus* están influenciadas por la dieta y, además, si la relación entre dieta y señales químicas varía entre las poblaciones.

2. ANTECEDENTES

2.1 Importancia del estudio de las señales químicas

La comunicación a través del uso de señales químicas es uno de los medios más antiguos y ampliamente extendido en todos los seres vivos, que influye directamente en el comportamiento de los animales. Específicamente los reptiles tienen la capacidad de identificar y aprender sutiles variaciones en las señales químicas para encontrar alimento y reproducirse (Schwenk, 1995; Baeckens, 2019), así como interacciones conespecíficas no necesariamente reproductivas y el reconocimiento de posibles depredadores (Jonansson y Jones, 2007; Mason y Parker, 2010).

A diferencia de las señales visuales, las señales químicas pueden ser un medio de comunicación confiable para la atracción sexual mediante niveles hormonales (Lassance y Löfstedt, 2013). Por otro lado, las señales químicas y las características anatómico-fisiológicas relacionadas a estas son heredables y sujetas a procesos de selección, teniendo una importancia en el estudio y comprensión de las relaciones evolutivas y diversificación biológica (Stoka, 1999). Adicionalmente, la variación en el perfil químico varía entre especies y entre tipo de hábitat (Raya-García et al., 2021). Otras características de las lagartijas sujetas a los procesos de selección evolutiva son: el número de poros femorales (Baeckens et al., 2015), así como la morfología y fisiología interna de las glándulas (Khannoon et al., 2013) y el tamaño medio de los poros con relación al tamaño del fémur (Iraeta et al., 2011). Estas características permiten establecer límites entre clados taxonómicos y dilucidar diferencias entre especies cercanamente

emparentadas, además de la reconstrucción de la historia macro y micro evolutiva de estas estructuras y funciones (García-Roa et al., 2016).

La importancia ecológica también puede ser estudiada a través de las diferencias intraespecíficas e interespecíficas en la variación de los compuestos químicos según el ambiente, que involucra el gradiente altitudinal (Martín et al., 2017) o aspectos térmico-hídricos. Las mezclas de alto peso molecular son más persistentes en ambientes áridos con climas cálidos y las mezclas de bajo peso molecular son más comunes en ambientes húmedos con climas fríos (Baeckens et al., 2015, 2018).

2.2 Generalidades sobre la anatomía y fisiología de los sistemas de señalización química en reptiles

Una de las características notables, pero a veces olvidada de los tetrápodos es la lengua, órgano que se conforma por una masa muscular y cubierta por una vaina mucosa (Iwasaki et al., 2019). En las lagartijas existen dos tipos de lengua: lenguas queratinizadas y pigmentadas especializadas en la captación de señales químicas dispersas en el medio ambiente llamados Scleroglossa (Cooper, 1994; Gove, 1979; Assis-Rodrigues y Rodrigues-Sartori, 2023) y lagartijas con lenguas carnosas especializadas en la captura de alimento pero con menor capacidad de reconocimiento químico, llamadas Iguana. Características observadas en *Dipsosaurus dorsalis* (Alberts, 1992), *Conolophus marthae* y *C. subcristatus* (Colosimo et al., 2020).

Sin embargo, dentro del grupo Scleroglossa las familias Teiidae, Helodermatidae y Scincidae son las lagartijas con mejor capacidad de reconocimiento químico. Ya que la lengua tiene una bifurcación mayor y un comportamiento que involucra un lengüeteo más frecuente que otras familias, características asociadas con la importancia relativa quimiosensorial en reptiles (Bissinger y Simon 1974).

Por ejemplo, *Tupinambis teguixin* (Teiidae), tiene la capacidad de responder fuertemente mediante frecuencia de lengüeteo con estímulos alimenticios, además de discriminar entre tipos de alimento, vegetal o animal (Yanosky et al., 1993). De manera similar el escíncido, *Eutropis macularia*, exhibe respuestas de lengüeteo más enérgicas hacia estímulos químicos de insectos y menores respuestas hacia estímulos químicos de plantas (Cooper Jr y Habegger, 2000). Por otro lado, las lagartijas de la familia Helodermatidae mantienen la búsqueda quimiosensorial de las presas por más tiempo que otras familias. Particularmente *Heloderma suspectum* continúa la búsqueda de la presa manteniendo el lengüeteo hasta por sesenta minutos (Cooper et al., 1994)

La estructura responsable de la recepción química de partículas no volátiles es el Órgano Vomeronasal (VNO), estas partículas son llevadas hacia los canales del VNO mediante la presión ejercida por la lengua (Young, 1993). Este órgano responde de manera independiente del canal olfatorio principal ya que se encuentra aislado por una cápsula cartilaginosa con proyecciones independientes a los órganos olfatorios, cumpliendo roles fisiológicos distintos (Keverne, 1999). Este sistema evolucionó en tetrápodos acuáticos del Devónico y actualmente

especializándose en una amplia variedad de señales (Swaney y Keverne, 2009), estando presente en la mayoría de los vertebrados terrestres, desde anuros, mamíferos y reptiles (Negus, 1956). Gracias al uso de tecnologías novedosas como la microtomografía de rayos X, podemos explorar con detalle estructuras anatómicas de anfibios y reptiles como las inervaciones sanguíneas del cráneo, escaneo de hemipenes e incluso el contenido de la dieta mediante imágenes tridimensionales de gran resolución (Broeckhoven y du Plessis, 2018). Estas técnicas permiten entender dinámicas evolutivas a partir de la morfología vomeronasal-lingual evaluando las variaciones interespecíficas entre especies estrechamente relacionadas además de aspectos ecológicos como la inversión de recursos en el desarrollo de estructuras relacionadas a la señalización química (Baeckens et al., 2017). Simultáneamente, las lagartijas han desarrollado glándulas especializadas que producen señales químicas, ubicadas en la zona interna de los muslos y alrededor de la cloaca. Estas glándulas son tubulares y secretan proteínas y compuestos lipídicos volátiles cubiertos con tapones cerosos, sustancias que suelen estar más concentradas en los machos, sobre todo durante la época reproductiva. (Cole, 1966; Alberts, 1993; Mayerl et al., 2015; Weldon et al., 2008). Las glándulas se forman a partir de células germinales y secretoras que producen una acumulación de gránulos citoplasmáticos que contienen glicoproteínas, al morir las células secretoras se descaman y se yuxtaponen entre sí para formar un tapón sólido secretor (Imparato et al., 2007). A su vez, láminas de queratina y capas epiteliales forman una estructura adecuada para el marcaje químico en el ambiente (Chamut et al., 2009).

El número de poros es muy heterogéneo entre especies e inter-clados variando de 0 a más de 100, cuyo número depende de factores ambientales y de las relaciones filogenéticas (Jara et al., 2018). Uno de estos factores ambientales puede ser el sustrato como lo demostraron Baeckens y colaboradores (2015). En su estudio evaluaron el efecto del sustrato ambiental en 162 especies de lagartijas, descubriendo que las especies trepadoras de arbustos suelen tener una cantidad menor de poros con respecto a especies que habitan en sustratos generalistas, rocosos y arenosos. Por ejemplo, las lagartijas del género *Liolaemus* que agrupan numerosas especies con hábitos diversos, exhiben una gran diversidad en la configuración de estas glándulas. En *L. irregularis* todos los individuos presentan poros, en *L. poecilochromus* sólo están presentes en los machos adultos y *L. neuquensis* no presentan poros femorales (Valdecantos et al., 2014). Por otro lado, en las lagartijas terrestres de la familia Teiidae como *Ameiva ameiva*, se observa que el tamaño, así como la media del número de poros es similar tanto en machos como hembras (Imparato et al., 2007). Sumado a esto, las especies dentro de la subfamilia Teiinae, presentan una gran diversidad en cuanto a poros femorales: *Ameivula ocellifera* presenta una media de 17 poros, *Aspidoscelis sexlineatus* presenta 33 poros, en contraste con *Aspidoscelis marmoratus* cuya media de poros femorales oscila a los 45 poros sumando ambas extremidades femorales (Harvey et al., 2012).

2.3 El cerebro de los reptiles

De acuerdo con Schwenk (1995), una parte significativa del comportamiento ecológico de las lagartijas y serpientes se fundamenta en la información química

que se integran en la sociobiología y los patrones de evolución quimiosensorial. Las señales provenientes del órgano vomeronasal estimulan las áreas del hipotálamo que regulan el comportamiento reproductivo, defensivo, digestivo y la secreción neuroendocrina a través del bulbo olfatorio accesorio y la amígdala (Keverne, 1999). Consecutivamente, las neuronas receptoras son altamente sensibles a las feromonas y a elementos nutricionales de la dieta (Baxi et al., 2006).

Anatómicamente, tanto el órgano vomeronasal como la lengua y bulbos olfatorios están interconectados con estructuras cerebrales específicas, como la amígdala medial que actúa como una interfaz integrando los sentidos químicos con los sistemas neuroendocrino y nervioso autónomo (Abellán et al., 2013). El cerebro de los reptiles, junto con los mamíferos, posee una corteza cerebral con estructura clara: por ejemplo, el palio ventral recibe la información de los estímulos externos, además de originar la cresta ventricular dorsal, estructuras que están asociadas con capacidades cognitivas complejas (Naumann et al., 2015).

La integración de la cresta ventricular conectada a centros sensoriales visuales, auditivos, somatosensoriales y olfativos indican la presencia de una amígdala multimodal, demostrando una complejidad cerebral en los reptiles equivalente al neocórtex caudal de las aves y la división basolateral de la amígdala de los mamíferos, siendo estructuras clave en la evolución del cerebro en los vertebrados (Lanuza et al., 2001)

2.4 Complejidad de la ecología en forrajeo y la diversidad de dieta en *Aspidoscelis*

Uno de los aspectos que determinan el tipo de la dieta en lagartijas es el tamaño corporal y de la cabeza, de manera que se pueden reconocer patrones alimenticios que cubran las demandas energéticas y los costos de forrajeo. Las lagartijas de tamaño pequeño (menores de 100 g) cubren su demanda metabólica mediante una dieta basada en insectos, como ocurre en la familia Teiidae que incluye a las especies de *Aspidoscelis* (Pough, 1973; Paulissen, 1987). Además, en estas especies de tamaño pequeño, los adultos siguen consumiendo presas típicas de los juveniles. De manera que los neonatos compiten con los adultos, al mismo tiempo que son más susceptibles a la depredación por otros vertebrados (Vitt, 2000).

Por ejemplo, Paulissen (1987) menciona que los juveniles de *A. sexlineatus* suelen capturar presas de menor tamaño como artrópodos crípticos que viven en la tierra o en plantas, mientras que los adultos suelen preferir presas de mayor tamaño como saltamontes, aunque esto requiera un mayor esfuerzo de forrajeo. Un patrón muy parecido ocurre con la lagartija *A. calidipes* cuya base alimenticia son los isópteros y formícidos, los juveniles suelen consumir presas relativamente más grandes como himenópteros y mántidos, mientras que los adultos pueden aprovecharse de presas como los coleópteros (Raya-García et al., 2015). Estos efectos en el tamaño pueden ser observados en poblaciones diferentes dentro de la misma especie, como ocurre con los individuos de *A. neotesselatus*, una especie originada a partir de la hibridación de *A. tessellatus* (patrón C) con *A.*

sexlineata viridis (Taylor et al., 2015). Esta especie prefiere presas como cigarras adultas, polillas noctuideas, larvas de lepidópteros y ortópteros adultos (Kusaka et al, 2021). Otros registros en *A. gularis* incluyen a cucarachas como presas poco habituales (Ayala-Flores y Hernández-Salinas, 2006).

Otro aspecto importante es la influencia de la estructura del hábitat en la dieta de los lagartijas. Por ejemplo, las especies terrestres suelen abarcar mayores rangos de distribución para compensar las necesidades alimenticias, que las especies arbóreas o saxícolas (Perry y Garland, 2002). Adicionalmente, dentro de las especies terrestres como *A. neotesselata* la cobertura vegetal desempeña un rol relevante para la obtención de recursos alimenticios ya que requieren un mayor esfuerzo de búsqueda de presas cuando la vegetación es más densa (Utsumi et al., 2020). Los hábitats costeros abren la posibilidad de aprovechar recursos marinos, como ocurre en las dunas costeras de Veracruz en el que poblaciones de *A. deppii* consumen crustáceos como parte de su dieta (Altamirano-Álvarez y Soriano-Sarabia, 2006). Este recurso también es aprovechado por *A. guttatus*, aunque en proporción, las presas más importantes son coleópteros seguido por ortópteros y en la cual los isópteros apenas están presentes en los contenidos estomacales (Altamirano-Álvarez y Soriano-Sarabia, 2007). Mientras que, en hábitats desérticos el recurso alimenticio más importante de *A. tessellatus* son las termitas que conforman un 70% de su dieta, el resto de la proporción se reparte entre cigarras, chapulines y escarabajos (Paulissen et al., 2006).

Adicionalmente, el efecto de que las poblaciones vivan aisladas dentro de las islas hace que las interacciones ecológicas se transformen. Esto ocurrió con las poblaciones de *Gymnodactilus amarali* que se aislaron por la creación de islas artificiales. Esto propició el aumento del tamaño de la cabeza y de la amplitud de nichos alimenticios en las poblaciones insulares, esto debido a la reducción de competencia interespecífica (Amorim et al., 2017). Por lo que en este sentido los cambios antropogénicos generan las condiciones en que los organismos deben enfrentarse a ambientes que sufren una repentina transformación. El efecto de las islas ha sido estudiado en poblaciones insulares de *Aspidoscelis lineattissimus* y *Anolis nebulosus* que son más grandes con respecto a las poblaciones continentales (Hernández-Salinas et al., 2014), suponiendo así un cambio en las relaciones tróficas permitiéndoles acceder a presas más grandes (Pough, 1973; Paulissen, 1987).

Otro factor que influye en la alimentación es la estacionalidad. *A. lineattissimus* es un especialista facultativo de termitas, presa disponible durante todo el año y casi exclusivo durante la época seca, mientras que en las épocas húmedas puede acceder a presas como arácnidos, larvas de lepidópteros, coleópteros, ortópteros e himenópteros (Güizado-Rodríguez y Casas-Andreu, 2011). Esta disponibilidad de presas reguladas durante las épocas de lluvias influye en el temprano desarrollo y activación sexual de las poblaciones en las que existe mayor precipitación (Pérez-Almazán, 2017).

2.5 El papel evolutivo en las divergencias químicas

La comunicación química ha evolucionado en conjunto con los comportamientos sexuales de las lagartijas. Estos comportamientos incluyen el seguimiento de los conespecíficos, las interacciones agonísticas macho-macho, el reconocimiento sexual y el nivel de las feromonas (Mason y Parker, 2010; Martín y López, 2011). Además, el perfil químico está formado a partir de muchas fuentes: secreciones, sistema inmunitario, hormonas, bacterias simbióticas, dieta y respuestas a conespecíficos (Wyatt, 2010).

Debido a varios factores internos como ambientales, la diversidad de señales químicas entre especies es amplia tanto en la composición como en la complejidad, incluso variando entre machos y hembras (Baeckens et al., 2018). La mayoría de los estudios sobre aislamiento sexual en especies están basados por la diferencia de feromonas que pueden desempeñar un papel importante en la especiación en grupos de invertebrados y vertebrados.

La especiación mediada por señales químicas sexuales como las feromonas puede favorecer el aislamiento reproductivo. Esta cualidad ha sido ampliamente documentada en *Drosophila* y en algunas polillas, aunque también podrían influir en la especiación de otros invertebrados y una amplia variedad de vertebrados (Smadja y Butlin, 2009). Ya que los sistemas de información química están presentes en la mayoría de los organismos, es importante integrar aspectos ecológicos, genéticos y fisiológicos para comprender la influencia quimiosensorial en la posible divergencia de especies (Wang et al., 2017). En lagartijas, los rasgos asociados con la señalización química como la presencia/ausencia de las

glándulas femorales no tienen un efecto detectable en las tasas de diversificación de especies a gran escala (Murali et al., 2023). Por lo cual el vínculo entre la comunicación química y los procesos de diversificación entre clados podrían no estar directamente relacionados entre sí, (Román Palacios, 2023). Además, Baeckens y colaboradores (2017b) sugieren que la riqueza de compuestos que conforman la señalización química puede cambiar rápidamente por factores ambientales, por lo cual es necesario ser cautelosos al vincular la riqueza de la señales con relaciones filogenéticas. Debido a que tanto la riqueza como la estabilidad molecular de compuestos químicos estas señales dependen en gran medida por la precipitación y temperatura del hábitat. Adicionalmente, Román-Palacios (2023), recalca la importancia de estudios más profundos y atomizados para entender de manera precisa el papel de la señalización química en lagartijas. Sin embargo, García-Roa y colaboradores (2017b), proporcionaron un análisis en el que evaluaban las dinámicas de diversificación evolutiva de las glándulas junto con aspectos fenotípicos y filogenéticos, revelando que la variación de glándulas se relaciona con la señal filogenética, en la que la fuerza de la señal varía entre clados, además las reconstrucciones previas sugieren que el clado ancestral de las lagartijas carecía de glándulas.

Ciertamente existen estudios que describen cómo las señales químicas funcionan como barreras entre especies cercanamente emparentadas en varios contextos ecológicos. Esto ocurre con las especies simpátricas del género *Podarcis* que exhiben una alta sensibilidad quimiosensorial, en las que los machos de *P. bocagei* y *P. hispánica* (especies hermanas) tienen la capacidad de

discriminar químicamente entre congéneres y miembros de otras especies (Barbosa et al., 2006). Otro ejemplo es el que ocurre en las islas Columbretes con la lagartija insular *P. atrata* y la especie continental *P. hispanica* llevada a las islas por visitantes, en el que las lagartijas de ambos sexos responden fuertemente a esencias de sus conespecíficos, reduciendo eventos de hibridación (Gabirot et al., 2010a). Además, el reconocimiento químico es tan específico que puede favorecer el aislamiento reproductivo entre poblaciones como se ha observado en *P. hispanica*, especie en la que la mayoría de los individuos muestran preferencias por las marcas químicas de miembros de su misma población (Gabirot et al., 2012). Este patrón se repite con dos especies de *Liolaemus* con un linaje genético en común, específicamente poblaciones simpátricas de *L. tenius* y *L. lemniscatus* cuyos individuos se discriminan mutuamente en la mayoría de los casos, sugiriendo que las barreras químicas pueden evolucionar rápidamente. Otro ejemplo de esto ocurre con especies del género *Liolaemus*, específicamente poblaciones simpátricas y filogenéticamente cercanas de *L. tenius* y *L. lemniscatus* cuyos individuos se discriminan mutuamente en la mayoría de los casos. Estas señales químicas pueden cambiar rápidamente formando barreras pre-cigóticas entre poblaciones cercanas (Labra, 2023). Fenómeno similar ocurre con dos especies hermanas de iguanas sintópicas de la isla “Wolf Volcano”, particularmente con *Conolophus marthae* y *C. subcristatus* que evitan el flujo de especies entre sí mediante las firmas químicas aun cuando las diferencias sean sutiles (Colosimo et al., 2020). Finalmente, Raya-García y colaboradores (2020) exploraron las diferencias químicas entre cuatro poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus*, encontrando que la mezcla de compuestos los machos son

diferentes entre poblaciones y que tanto hembras como machos tienen la capacidad de discriminar olores y mostrar una preferencia por los individuos de su misma población.

Sin embargo, las diferencias químicas entre especies pueden estar influenciadas por diversos factores ambientales y por la cantidad de recursos que las especies destinan a la señalización química (Baeckens et al., 2015). Entre algunos de los factores ambientales que pueden influir en las señales químicas están: tipo de hábitos ya sean terrestres o arborícolas (Raya-García et al., 2021), humedad relativa del hábitat (Gabirot et al., 2008), altitud sobre el nivel medio del mar (Martín et al., 2017), temporalidad (el perfil químico varía en composición cada año) (Colosimo et al., 2020) o la dieta (Henneken et al., 2017). Como consecuencia de esto, los compuestos son suficientemente distintos para el reconocimiento entre especies (Gabirot et al., 2010b). Por lo tanto, identificar estos rasgos de apareamiento ofrece a los investigadores una herramienta para entender la diversidad de especies en grupos crípticos de lagartijas (Zozaya et al., 2019). La importancia de esto radica en que estas especies componen una proporción significativa de biodiversidad no descrita (Bickford et al., 2007).

2.6 Relaciones alimentarias con la señalización química

Las sustancias químicas en animales pueden cambiar en función de varios factores internos que incluyen el estado fisiológico, etapa reproductiva, fertilidad o estado nutricional, efectos bien estudiados en artrópodos (Steiger et al., 2011). Mientras que, en los vertebrados, la dieta es un elemento clave en la influencia en el perfil químico entre especies e individuos; estos componentes específicos o

metabolitos obtenidos se excretan en heces, orina y secreciones glandulares que, pueden reflejar la capacidad del individuo para obtener nutrientes y con repercusiones en el comportamiento de los organismos (Havlíček et al., 2019).

Específicamente en lagartijas, la restricción nutricional de componentes con alto valor biológico como las vitaminas pueden reprimir la expresión en las secreciones y reducir el interés reproductivo en las hembras (García-Roa et al., 2017a). Por ejemplo, en machos de *Lacerta lepida*, concentraciones altas de vitamina E y carotenoides reflejan una señal honesta en la coloración y secreciones, respectivamente, acerca del estado reproductivo de los machos, debido a que son elementos fundamentales para el metabolismo y se obtienen principalmente en la dieta (Martín y López, 2010). Este efecto se replica con los machos de *Lacerta viridis* que muestran un efecto similar cuando se les suplementa con vitamina E en la dieta (Kopena et al., 2011). Adicionalmente, niveles altos de esta vitamina permite mantener niveles altos en las secreciones de los machos de *Lacerta schreiberi* cuando son expuestos a desafíos inmunológicos, priorizando la señalización en lugar de compensar los efectos negativos de la activación inmunitaria (Kopena et al., 2014).

Otro nutriente que suele encontrarse en las secreciones femorales de las lagartijas macho de *Lacerta monticola* suplementados con vitamina D en forma de provitamina D. Las hembras de esta especie prefieren las marcas con altas concentraciones de esta vitamina (Martín y López, 2006). También se ha observado un efecto materno en las hembras grávidas de *Iberolacerta cyreni*

suplementadas con provitamina D, favoreciendo que las crías permanezcan en el área de nacimiento después de eclosionar (Rodríguez-Ruiz et al., 2020).

Otras sustancias que pueden ser suplementadas como las hormonas pueden incrementar la tasa de reproducción, como el caso del estudio realizado por Ruiz y colaboradores (2010). En este estudio los investigadores observaron que la concentración de testosterona aumentaba en machos *Sceloporus graciosus* en lagartijas suplementadas nutricionalmente, mejoró el desempeño durante el cortejo. También se ha evaluado la suplementación de tiroxina en *Ameiva undulata* que provoca una mayor excitabilidad a estímulos alimenticios y resistencia a la fatiga en comparación con lagartijas no suplementadas (Steinberg et al., 1993).

Sin embargo, en el medio natural las lagartijas de tamaño pequeño obtienen sus nutrientes cazando pequeños artrópodos (Pough, 1973). En general los insectos y arácnidos aportan oligoelementos como Mg, P, Ca, Cu, Fe, Mn y Zn, mientras que la cantidad proporcionada de las vitaminas A y E varía según el taxón específico y la etapa de vida de la presa, siendo los escorpiones y los uropígididos las presas con menor aporte de vitamina E (Wang et al., 2021).

3. HIPÓTESIS

En vertebrados, la dieta constituye un factor clave que influye en el perfil químico tanto entre especies como entre individuos. En la lagartija *Aspidoscelis lineattissimus* se ha documentado que la composición química de las secreciones de los poros femorales en machos varía entre poblaciones, y que ambos sexos son capaces de discriminar olores, mostrando preferencia por las señales químicas de individuos de su propia población. Por lo tanto, se espera que las diferencias en las secreciones de los poros femorales entre machos de cuatro poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus* estén influenciadas por la dieta. Así mismo, se plantea que la relación entre la dieta y las señales químicas varía entre las poblaciones.

4. OBJETIVOS

General

Analizar la relación entre la dieta y las señales químicas producidas por los poros femorales de *Aspidoscelis lineattissimus* en distintas poblaciones, considerando la diversidad y abundancia de presas, así como diversidad y abundancia de compuestos químicos.

Particulares

1. Reconocer la identidad taxonómica y determinar la abundancia de los individuos de cada artículo alimenticio encontrados en la dieta de *A. lineattissimus*
2. Comparar la relación entre diversidad de la dieta y la diversidad de las señales químicas entre cuatro poblaciones de *A. lineattissimus*.
3. Explorar y evaluar las posibles relaciones entre la abundancia de los taxones de los artículos alimenticios y la abundancia de compuestos químicos específicos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción de la especie

Aspidoscelis lineattissimus (Figura a) es una lagartija de hábitos diurnos ovípara e insectívora de tamaño medio de 111 mm de longitud hocico cloaca. La coloración dorsal consta de un fondo marrón oscuro con diez líneas dorsales claras longitudinales cuando son juveniles. Estas líneas se fusionan y forman de siete a nueve líneas en lagartijas adultas. Los machos adultos desarrollan coloraciones azuladas en las extremidades y una coloración rosada gular con un collar negro.



Figura 1. Especie de estudio *Aspidoscelis lineattissimus* (Huico de muchas líneas)

Los caracteres de escutelación importantes son: el número de poros femorales (Figura b) variando entre 28 a 48, además de presentar de 5 a 11 escamas preanales y escamas dorsales en forma de gránulos teniendo entre 108 a 164 en la zona media del cuerpo (Duellman y Wellman, 1960; Ramírez-Bautista, 1994).



Figura 2. Visualización de la ubicación y disposición de los poros femorales en *Aspidoscelis lineattissimus*

5.2 Descripción y selección del área de estudio de *Aspidoscelis lineattissimus*

Esta lagartija vive en climas semiáridos cálidos, semicálidos templados y templados (Ramírez-Bautista, 1994). Distribuyéndose principalmente en las zonas costeras de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y en la Depresión del Balsas hasta los 1000 m.s.n.m. (Duellman y Wellman, 1960). Por lo que las zonas de ocurrencia de esta especie incluyen una gran variedad de tipos de vegetación como bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios, bosques espinosos, matorral xerófilo, manglares, pastizal también algunos templados como bosque de galería y de encino (Fernández-Nava et al., 1998; Ramírez-Delgadillo, 2006; Martínez-González y López-Prado, 2014; Bravo-Bolaños et al., 2016). En estos hábitats predominan los climas cálidos húmedos (Am) y subhúmedos (Aw) con lluvias en verano (García, 2004).

Se seleccionaron cuatro localidades de estudio dentro del rango de distribución del complejo *lineattissimus*. En Michoacán: Nuevo Capiro y Maruata, y

en Jalisco: Isla Cocinas y Pérula (Figura 3). Las localidades fueron seleccionadas por el área de distribución de las subespecies descritas por Duellman y Wellman (1960) basado en caracteres morfológicos y por los linajes identificados mediante análisis moleculares mitocondriales estudiados por Raya-García y colaboradores (2022).

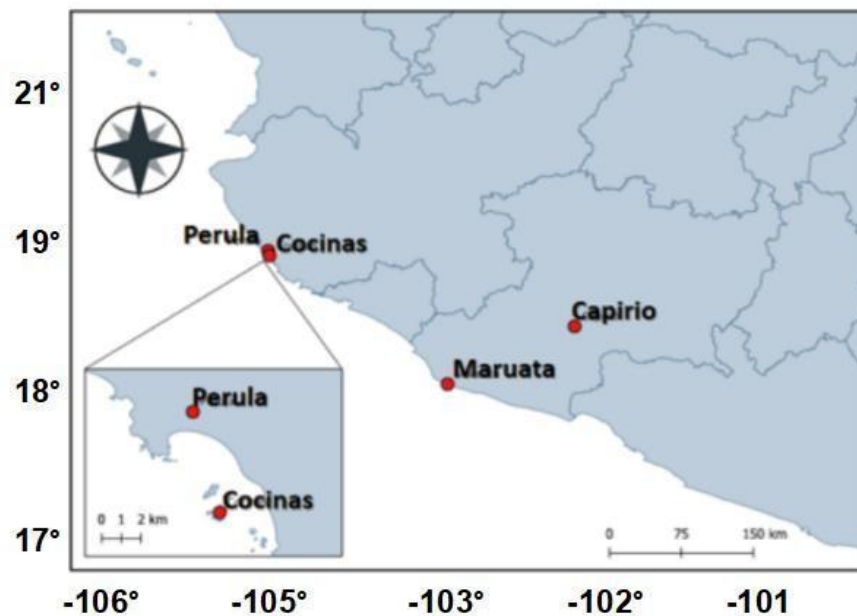


Figura 3. Ubicación geográfica de las poblaciones seleccionadas para el estudio de las relaciones dieta-química femoral de *Aspidoscelis lineattissimus*

La zona de distribución de esta especie cuenta con dos barreras alopátricas, la primera restringe a las poblaciones de la Depresión del Balsas (Nuevo Capirio) por la Sierra Madre del Sur Occidental que abarca los estados de Michoacán, Colima y Jalisco (Morrone, 2017) y la segunda barrera está dividido por mar en la Bahía de Chamela diferenciándose las poblaciones insulares (Cocinas) y continentales (Pérula) por el tamaño corporal (Hernández-Salinas et al., 2014;

Cruz-Sáenz et al., 2017). El resto de las poblaciones costeras tiene una distribución parapátrica diferenciándose entre regiones occidental y oriental mediadas por señales químicas (Raya-García et al., 2020).

5.3 Trabajo de Campo

Entre los meses de mayo y junio de 2018 capturamos lagartijas de la especie *A. lineattissimus* mediante dos métodos: caña de lazo montado conocido como “noosing” y trampas de caída “pitfall” utilizando cubetas de 19 litros que fueron colocadas entre corredores, entradas a claros y fuentes de agua, de manera adicional algunos ejemplares fueron capturados por búsqueda por encuentro visual (Aguirre-León, 2011). Se seleccionaron los machos para su colecta, capturamos 68 machos en total que fueron depositados en bolsas de manta que permiten la ventilación. De esta muestra de población (Nuevo Capiro n=21, Maruata n=18, Pérula n=13, and Cocinas n=16), tanto las señales químicas como las muestras de la dieta se obtuvieron de los mismos individuos y tiempo de estudio. Las lagartijas no fueron lastimadas o sacrificadas durante este proceso

Las secreciones de los machos fueron obtenidas usando pinzas que presionaron suavemente los poros femorales, las muestras se colocaron directamente en viales de vidrio con una etiqueta que identificaba al individuo y fueron refrigerados a -20°C hasta los análisis. Las pinzas se lavaron con alcohol entre extracciones. También se tomaron muestras control usando el mismo procedimiento, pero sin recoger la secreción para obtener viales de control en blanco que fueron tratados con el mismo procedimiento para compararlas con las

muestras femorales, como medida de control para excluir posibles contaminantes del proceso de extracción o del ambiente o impurezas del solvente.

Además, se realizaron lavados estomacales con agua potable para la obtención de artículos alimenticios por regurgitación, los artículos alimenticios y fragmentos de cada individuo fueron conservados con alcohol etílico al 70 % en un frasco rotulado.

5.4 Identificación química de las secreciones femorales

Usamos los datos de las señales químicas de Raya-García (2020), que fueron obtenidos por medio de extracción con diclorometano y analizadas por Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS) y Detector de Ionización de Flama para Cromatografía de Masas (GC-FID) por sus siglas en inglés. En el Laboratorio de Investigación de Sistemática Molecular de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El cálculo relativo de cada compuesto fue determinado por la proporción relativa por área bajo el pico (Ibañez et al., 2017), posteriormente transformadas con la fórmula de Aitchison (1986). Estos datos fueron transformados para compararlos con la base de datos de la dieta.

5.5 Identificación de la dieta

Las dietas se separaron por nivel taxonómico al menos a nivel de familia mediante el uso de claves dicotómicas en el cual los artículos alimenticios pueden constar de individuos completos o bien fragmentos como (patas, alas, cabeza, etc) reconocibles. Una vez identificadas se determinó la abundancia de estos

organismos reconociendo la cabeza como un individuo ignorando los fragmentos de alas o patas. Estos restos se manipularon en alcohol al 75% en una caja de Petri con ayuda de un pincel de pelo suave y aguja de disección. Para los casos en los que las estructuras permitieron llegar más lejos en la identificación se utilizó literatura especializada para cada grupo, por lo que se presenta en algunos casos la identificación a nivel genérico o específico. Mientras que los ejemplares que dejaron algunas estructuras apenas reconocibles se identificaron a nivel de orden.

5.6 Análisis estadísticos de los datos

Se estimó la diversidad de compuestos químicos con los datos obtenidos de las muestras de Raya-García (2020) y la diversidad de la dieta mediante el método de diversidad de Simpson de cada individuo para cada población para crear una matriz de datos en la que los valores de dieta y químicos puedan compararse. Posteriormente se realizaron análisis de modelos lineales generalizados (GLM, por sus siglas en inglés). Este análisis que se realizó utilizando una distribución Gamma (química) y Gaussiana (dieta) (Gardner et al., 1995) y pruebas post hoc: Comparaciones múltiples de medias por contrastes de Tukey para identificar las diferencias entre la interacción dieta–señales químicas entre las poblaciones.

Se realizaron tres modelos de GLM y de pruebas de Tukey en el que se compararon: la diversidad de la dieta entre poblaciones, diversidad química y un modelo mixto para evaluar el efecto de la dieta sobre la química de los organismos entre poblaciones.

Adicionalmente, se realizaron análisis de correlación de Kendall para explorar las relaciones entre las abundancias de los grupos químicos concretos declarados por Raya-García y colaboradores (2020) que incluyen: Ésteres, Ácidos carboxílicos y Otros (Undecano, Trimetil dodecano, α -Tocoferol, T escualeno y Dihidrolanosterol) frente a las abundancias de órdenes taxonómicos específicos de la dieta.

Finalmente, se realizaron análisis de correlación adicionales en el que se analizaron compuestos químicos específicos más abundantes con los taxones encontrados en la dieta, como medio para encontrar patrones de relación entre la presa y sustancias químicas excretadas de los poros femorales.

6. RESULTADOS

6.1 Identificación taxonómica de la dieta

Se encontró el contenido en la mayoría de los casos envuelto en mucosa gástrica a manera de paquete, en otros casos se analizaron excretas en forma de paquetes sólidos y cilíndricos, acompañados de finos sedimentos arcillosos y algunos finos gránulos compactos y duros, mientras que algunas muestras los elementos se encontraron dispersos sin formar paquetes; estos se manipularon en alcohol al 75% en una caja de Petri con ayuda de un pincel de pelo suave y aguja de disección.

En el contenido se aprecian masticadas las estructuras más grandes como élitros, hemiélitros y alas, mientras que las estructuras más pequeñas como patas, cabeza y antenas se aprecian completas. En la mayoría de los casos el tejido blando está completamente macerado inclusive al interior de las estructuras como las tibias y tarsos de las patas; en algunos casos se aprecian estructuras muy importantes que quedan intactas como la genitalia tanto masculina como femenina que en caso del orden coleóptera se encuentra fuertemente esclerosada; conforme se hicieron evidentes las estructuras se corrieron con las claves para identificar el orden y familia (Triplehorn y Jhonson, 2005).

Se registraron 14 órdenes diferentes, de los cuales 34 familias son reconocibles. Los sitios con mayor número de órdenes encontrados fueron Nuevo Capirio y Maruata con 9, seguido de Pérula con 8, mientras que Cocinas fue el sitio con menor cantidad de órdenes con 7 (Tabla 1).

Si consideramos la dieta sumada de todas las poblaciones encontramos que los dípteros representaron la presa con mayor proporción de consumo de las lagartijas con 180 artículos alimentarios, seguido de coleópteros con 155, en tercer lugar, los blatodeos con 114, asimismo himenópteros concentrando 82 y finalmente las arañas con 46 artículos alimentarios.

Al considerar la abundancia por sitio de estudio los resultados mostraron que el sitio Cocinas tiene la mayor abundancia de presas: 169 dípteros, de las cuales 149 pertenecen a larvas de la familia Stratiomyidae. Los coleópteros también son un grupo abundante en este sitio con 57 artículos alimentarios en el cual la familia Nitidulidae destaca de las demás familias con 12 individuos. Los himenópteros ocupan el tercer lugar con 45 artículos alimentarios en su mayoría formícidos.

Tabla 1. Diversidad de especies encontradas en los contenidos estomacales de *Aspidoscelis lineattissimus* entre 2017 y 2018. Orden taxonómico de acuerdo con Trautwein y colaboradores (2012). Las **X** significa la presencia del Orden en esa población, mientras que el símbolo ○ indica la presencia de una familia en particular en esa población.

Orden	Familia	Capirio	Maruata	Pérula	Isla Cocinas
Aranae		X	X	X	X
	Pholcidae				○
	Lycosidae	○			
	Salticidae	○			○
Pseudoescorpiones		X		X	
Scorpiones				X	
	Buthidae			○	
Orthoptera		X	X		
Embioptera				X	
Blattodea		X	X	X	X
	Termitidae		○	○	○
	Blaberidae	○			
	Blattellidae	○	○	○	○
Psocoptera			X		
Thysanoptera					X
Hemiptera		X	X	X	
	Rhopalidae		○		

	Lygaeidae		o		
	Cydnidae		o		
	Pentatomidae		o		o
	Coreidae		o		
	Largidae	o			
Hymenoptera		X	X	X	X
	Formicidae	o	o	o	o
Coleoptera		X	X	X	X
	Carabidae	o		o	o
	Histeridae	o	o	o	o
	Staphylinidae		o	o	o
	Buprestidae				o
	Scarabeidae	o	o	o	o
	Elateridae	o			o
	Phegondidae		o		
	Cleridae	o			o
	Nitidulidae	o			o
	Coccinellidae				o
	Tenebrionidae	o	o	o	o
	Anthicidae		o		
	Cerambycidae		o		o
	Chrysomelidae		o	o	
	Curculionidae	o	o	o	
Neuroptera		X			
	Myrmeleontidae	o			
Lepidoptera			X		X
Diptera		X	X		X
	Stratiomyidae		o		o
	Muscidae				o
	Calliphoridae		o		
	Ropalomeridae	o			

En Maruata, el orden con mayor frecuencia fue los blatodeos con 46 artículos alimentarios de los cuales 38 pertenecen a termitas y el resto a Blattellidae, seguida por los coleópteros que ocupan el segundo lugar en abundancia en el cual se encontraron 22 individuos, pero ninguna familia destaca. Pérula presenta 72 presas, de las cuales se registró 33 individuos de coleópteros en la que la familia Staphylinidae destaca en frecuencia con 6 individuos. El segundo taxón más frecuente fue los blatodeos con 16 individuos. En este caso,

tanto las familias Blattellidae presentan 9 individuos y Termitidae 7 conteos en frecuencias de aparición.

Finalmente, en Nuevo Capirio se encontró la menor abundancia de presas con 60 individuos. Nuevamente los coleópteros son el grupo más numeroso con 28 conteos, en el cual para la familia Tenebrionidae se registraron 6 conteos, en segundo lugar, encontramos a 5 individuos que no pudieron ser asignados a una familia. El segundo orden más frecuente fue los himenópteros con 13 individuos de los cuales 9 pertenecen a la familia Formicidae y 4 son indefinidos

6.2 Secreciones químicas

La diversidad química de las secreciones femorales de los machos se conformó de 25 compuestos lipofílicos en las cuatro poblaciones, ordenados en tres principales grupos. El primer grupo corresponde a los ácidos carboxílicos (acético, palmítico y esteárico) que representan el 35.3 % del área total de los picos. El segundo grupo corresponde a estéres de los cuales se reconocen 17 compuestos que representan al 35.2% del área total de los picos y un tercer grupo de compuestos diversos nombrado “Otros” identificamos compuestos abundantes como el escualeno con un 16.6%, dihidrolanosterol (un esteroide) con un 9.7 %. El resto de los compuestos suman el 3.2 % restante (Tabla 2). Los cinco compuestos más abundantes son Oleato de metilo, los ácidos Palmítico y Esteárico, Dihidrolanosterol y Escualeno que juntos representan el 74.1% del total de las áreas de picos totales (Raya-García et al., 2020).

Tabla 2. Compuestos químicos identificados a partir de secreciones de la glándula femoral de lagartijas macho *Aspidoscelis lineattissimus* de cuatro poblaciones distintas: Capirio, Maruata, Perula, Isla (Cocinas) (Modificado de Raya-García et al., 2020).

RT(min)	Compuesto	Capirio	Maruata	Perula	Cocinas
	Ésteres				
5.2	Acetato de Isobutilo	6.89±1.45	8.80±1.89	1.02±1.34	0.44±1.35
9.1	Acetato de terpentilo	0.07±8.23	0.89±1.97	4.29±1.93	3.17±2.13
19.3	Laurato de metilo	2.89±1.26	1.17±1.73	ND	1.02±0.69
22.0	Metilo miristato	19.96±1.50	ND	ND	ND
24.7	Palmitoleato de metilo	1.10±0.98	1.03±0.65	1.53±4.88	0.20±6.92
24.9	Palmitato de etilo	1.07±1.11	1.04±0.81	1.85±6.53	1.62±1.82
25.6	Heptadecanoato de metilo (Methyl margarate)	ND	ND	ND	7.54±0.87
26.7	Estereato de metilo	3.69±0.47	0.45±0.96	0.21±5.34	0.10±3.25
27.0	Oleato de metilo	0.33±3.27	23.48±2.29	8.27±3.67	22.22±2.50
28.8	Araquidato de metilo	3.87±9.66	0.05±1.47	ND	ND
	Ácidos carboxílicos				
14.1	Ácido acético	1.50±1.19	1.08±0.62	1.04±1.05	0.62±0.74
31.4	Ácido palmítico	21.14±1.69	23.79±2.29	20.88±6.94	23.35±2.54
33.6	Ácido esteárico	10.06±1.65	9.97±1.00	14.23±1.19	13.49±1.80
	Otros				
6.78	Undecano	2.06±1.06	1.99±0.72	2.06±2.05	1.10±1.50
11.4	Trimetil dodecano	0.12±5.73	1.59±0.59	1.40±0.97	0.69±1.07
25.0	Tocoferol	0.12±4.19	0.19±1.49	0.26±2.68	0.40±3.86
33.1	Escualeno	20.16±1.62	21.00±2.31	7.10±2.69	18.00±2.50
41.3	Dihidrolanosterol	ND	0.27±2.96	31.02±2.93	7.32±4.95

Proporciones relativas de 25 compuestos (media ± EE del porcentaje de las áreas de pico totales del detector FID). nd, compuesto no detectado; se muestran RT, tiempo de retención e índice de retención. Compuestos sin confirmación estándar (*)

6.3 Comparaciones de diversidad dieta y química entre poblaciones

El modelo lineal generalizado (GLM) muestra diferencias significativas de la química entre poblaciones en el valor del intercepto ($p < 0.0001$, estimate = 2.036 T value = 57.125), también encontramos que hay diferencias significativas entre las poblaciones de Cocinas ($p < 0.001$, estimate = 0.204, T value = 3.540), Maruata ($p = 0.035$, estimate = 0.11, T value = 2.160) y Pérula ($p < 0.0001$, estimate = 0.418), T value = 7.249. El valor estimate indica la diferencia promedio en la variable respuesta respecto a la población Nuevo Capirio. Sin embargo, el modelo lineal generalizado (GLM) que evaluó la diversidad química de los poros femorales entre poblaciones ($X^2 = 1.465$ y $p = 0.69$) mostró que no hay una mejora significativa frente al modelo nulo (Figura 4).

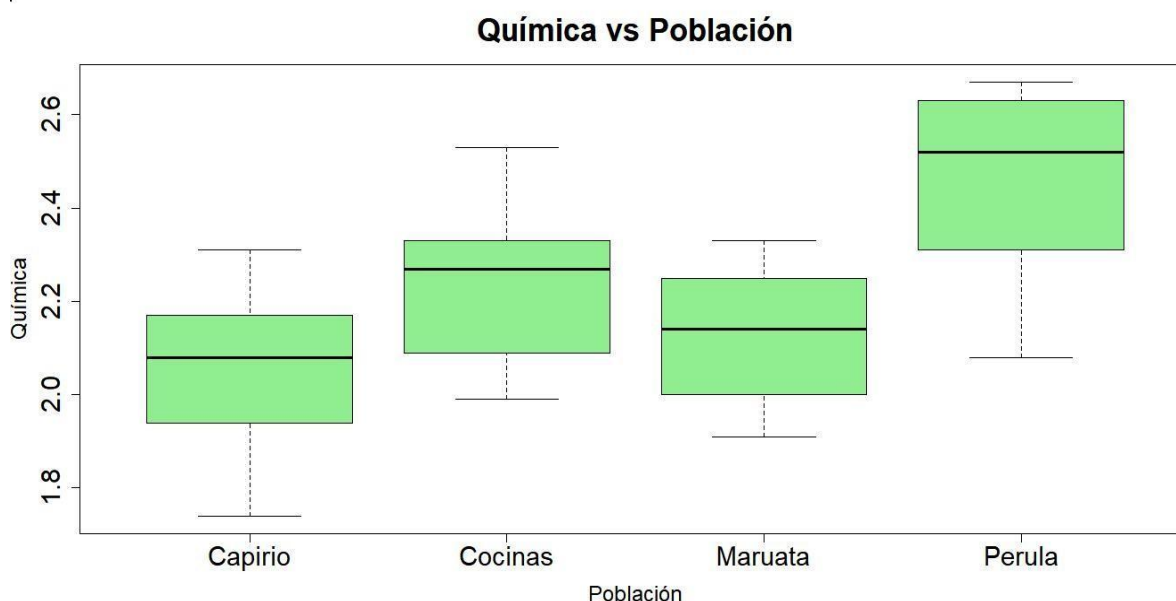


Figura 4. Gráfico de caja diferencia de medianas de la diversidad de los compuestos químicos entre las poblaciones (línea negra), los bigotes representan el rango de los datos, el punto en Capirio representa un valor atípico registrado en esta población.

La prueba post hoc mediante análisis de Tukey reveló diferencias significativas entre las poblaciones de Pérula con Nuevo Capirio ($p < 0.001$) siendo Pérula químicamente más diversa con un valor de 0.418 unidades en la diferencia de medias. En la comparación de Pérula con Maruata también se encontró diferencias significativas ($p < 0.0001$) en la que Pérula presenta una diversidad mayor con 0.304 unidades en la diferencia de medias. Además, Pérula presenta una diferencia significativa con la población de Cocinas ($p < 0.01$) siendo nuevamente Pérula más diversa con 0.214 en la diferencia de medias con Cocinas. También se encontró una diferencia significativa entre las poblaciones de Nuevo Capirio y Cocinas ($p < 0.01$), en la cual Cocinas es químicamente más diversa con un valor de 0.204 en la diferencia de medias con Nuevo Capirio. Por otro lado, las poblaciones de Maruata con Nuevo Capirio y Maruata con Cocinas no mostraron diferencias significativas entre sí ($p = 0.428$ y $p = 0.146$) con una diferencia de medias 0.113 y -0.091, estas comparaciones pueden visualizarse en la tabla 3.

*Tabla 3. Comparaciones por pares entre poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus* de la dieta y la química de los poros femorales.*

Poblaciones comparadas	Diferencia de medias dieta	Valor P dieta	Diferencia de medias química	Valor P química
Cocinas – Capirio	-0.3203	0.1860	0.204	<0.01
Maruata – Capirio	-0.1438	0.7474	0.113	0.428
Pérula – Capirio	-0.1992	0.5876	0.418	<0.0001
Maruata– Cocinas	0.1765	0.6980	-0.091	0.146
Pérula – Cocinas	0.1212	0.8993	0.214	<0.01
Pérula – Maruata	-0.0554	0.9862	0.304	<0.0001

El GLM mostró diferencias significativas de la dieta entre poblaciones en el valor del intercepto ($p < 0.0001$, estimate = 0.520 T value = 5.206). En este caso, la

población de Cocinas es la única que presenta diferencias significativas ($p = 0.036$, estimate = 0.345, T value = 2.140). En el que valor estimate indica la diferencia promedio en la variable respuesta respecto a la población Nuevo Capirio. Sin embargo, el modelo lineal generalizado (GLM) que evaluó la diversidad química de los poros femorales entre poblaciones mostró $X^2 = 1.024$ $p = 0.79$, que implica que no hay una mejora significativa frente al modelo nulo (Figura 5).

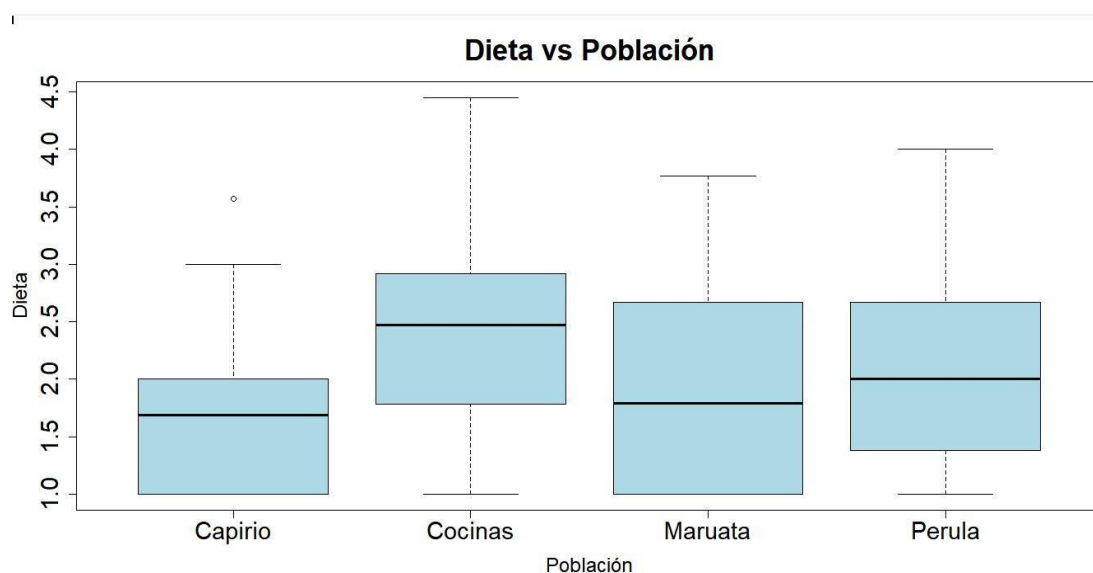


Figura 5. Gráfico de caja diferencia de medianas de la diversidad de la dieta entre las poblaciones (línea negra), los bigotes representan el rango de los datos, el punto en Capirio representa un valor atípico registrado en esta población.

Paralelamente, el análisis de comparaciones por pares por intervalos de confianza no muestra diferencias significativas en las comparaciones que incluyen a la población Cocinas. Las comparaciones por pares entre las demás poblaciones tampoco muestran diferencias significativas entre el resto de las poblaciones. Esto puede explicarse por el rango amplio en la diversidad de la dieta en las

poblaciones. Aunque el modelo GLM muestra diferencias significativas, esta relación pierde fuerza al considerar un análisis con ajuste estadístico como lo son las comparaciones por pares de las poblaciones. Estas comparaciones pueden visualizarse en la tabla 4.

6.4 Modelo mixto entre dieta y diversidad química

El GLM no mostró un efecto de la dieta sobre la química de los organismos ($p = 0.077$, estimate = -0.085, Tau = -1.800). Además, observamos que la interacción química y dieta no es uniforme entre las poblaciones, especialmente en Cocinas ($p = 0.044$, estimate = 0.132, Tau = 2.055) y Pérula ($p = 0.01$, estimate = 0.186, Tau = 2.659). Sin embargo, el modelo lineal generalizado (GLM) que evaluó la interacción de la diversidad química de los poros femorales con la dieta entre poblaciones mostró $X^2 = 1.688$ $p = 0.97$, que implica que no hay una mejora significativa frente al modelo nulo.

La prueba post hoc de comparaciones por pares mediante la prueba de Tukey, mostró que hay diferencias significativas en la relación química-dieta en las poblaciones de Nuevo Capirio-Cocinas ($p < 0.01$, estimate = -0.210), Nuevo Capirio-Pérula ($P < 0.0001$, estimate = -0.432), también encontramos una diferencia significativa en las poblaciones de Nuevo Capirio-Maruatea ($p = 0.0529$, estimate = -0.137) siendo Nuevo Capirio la población con la relación dieta-química más baja con respecto al resto de poblaciones. Asimismo, encontramos diferencias significativas en las poblaciones de Pérula-Cocinas ($p < 0.01$, estimate = -0.222) y Pérula-Maruatea ($p < 0.0001$, estimate = -0.295). Finalmente, la única comparación por pares no significativa fueron las poblaciones de Cocinas Maruatea

($p < 0.623$, estimate = 0.072). La figura 6 muestra las dinámicas de la dieta con la diversidad química de los poros femorales. También se observa que la diversidad relativa de las señales químicas entre las poblaciones donde Pérula es la población químicamente más diversa, mientras que Nuevo Capirio es la población con menor diversidad química. Siendo Cocinas y Maruata las poblaciones más parecidas entre sí tomando en cuenta estas relaciones.

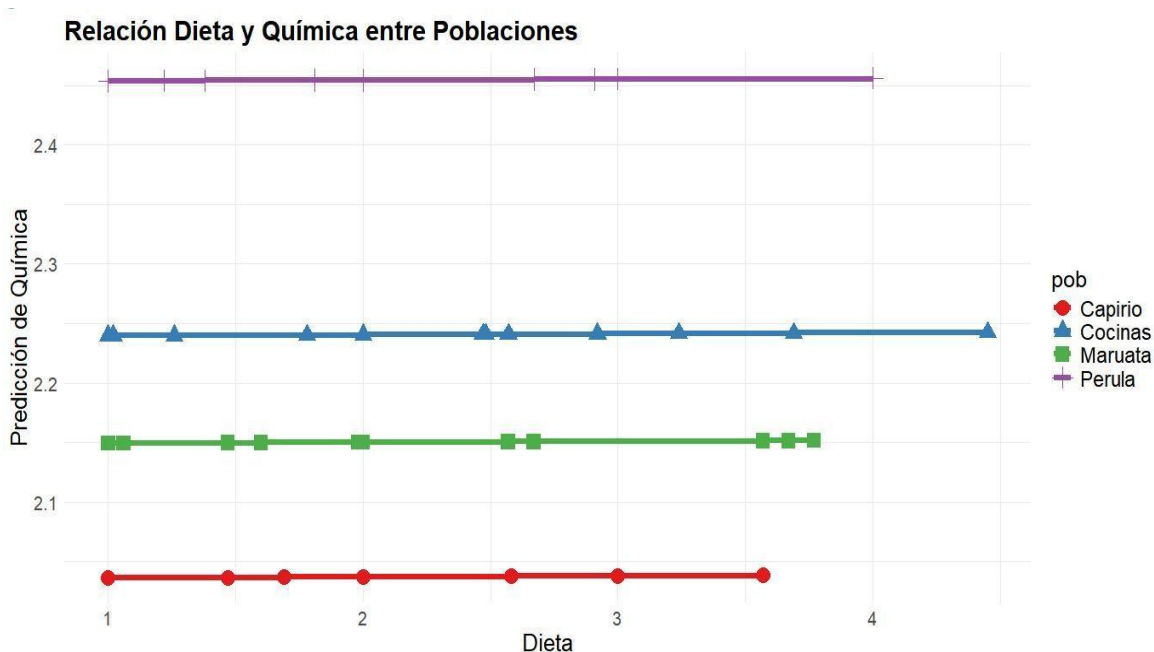


Figura 6. Gráfica basada en las predicciones del modelo en la relación dieta y química entre las poblaciones, líneas horizontales expresan que no hay un efecto de la dieta en la química. Las diferencias entre pendientes representan una relación de las variables diferente entre poblaciones.

6.5 Comparación de abundancia de la dieta y abundancia química general

Los resultados de las correlaciones generales de Kendall entre los taxones más abundantes y los grupos de compuestos químicos en el que se consideraron tres grupos: ésteres, ácidos carboxílicos y química total mostró que la población de Pérula muestra una correlación significativa negativa y fuerte entre coleópteros

con ésteres ($p = 0.054$, $\tau = -0.65$). En Cocinas encontramos una correlación significativa negativa y fuerte entre dípteros con la química total ($p < 0.01$, $\tau = -0.62$), también encontramos una correlación significativa negativa más fuerte al incluir blatodeos y dípteros con la química total ($p = 0.014$).

Además, encontramos tendencias no significativas en las poblaciones de Maruata, Pérula y Cocinas. En Maruata, encontramos una tendencia con una correlación negativa fuerte entre coleópteros con ésteres ($p = 0.068$, $\tau = -0.57$).

En la población de Pérula, encontramos una tendencia con una correlación negativa fuerte de coleópteros con la química total ($p = 0.069$, $\tau = -0.63$).

Cocinas también presenta una tendencia similar con correlación negativa de dípteros con ésteres ($p = 0.062$, $\tau = -0.62$). En la población de Nuevo Capirio no presenta ninguna correlación significativa ni tendencias entre las correlaciones de taxones con la química total ni ésteres. Los ácidos carboxílicos no muestran correlaciones significativas ni tendencias (Ver anexo 1 y 2).

6.6 Comparación de abundancia de la dieta y abundancia en compuestos químicos específicos

De manera similar, se realizaron correlaciones entre los taxones más abundantes de cada población con compuestos químicos específicos. En Nuevo Capirio se encontró una correlación negativa fuerte de himenópteros con acetato de isobutilo ($p = 0.041$, $\tau = -0.67$). Las siguientes correlaciones de Nuevo Capirio involucran a los coleópteros con varios compuestos: una correlación positiva fuerte con ácido acético ($p < 0.01$, $\tau = 0.70$), correlación positiva fuerte con undecano ($p < 0.01$, $\tau = 0.63$) y una correlación positiva fuerte con trimetil-dodecano ($p =$

0.03, $\tau = 0.52$). En Maruata no se encontraron correlaciones significativas, pero sí una tendencia negativa fuerte entre arácnidos y oleato de metilo ($p = 0.064$, $\tau = -0.73$). En la población de Pérula, encontramos una correlación positiva fuerte entre coleópteros y palmitato de etilo ($p = 0.05$, $\tau = 0.84$). Finalmente, en Cocinas encontramos una correlación positiva entre blatodeos y oleato de metilo ($p = 0.05$, $\tau = 0.80$) y una correlación negativa de dípteros con ácido palmítico ($p = 0.03$, $\tau = -0.59$) (Ver anexo 3).

7. DISCUSIÓN

7.1 Factores determinantes en la composición de las señales químicas

Varios estudios identifican a la dieta como un factor esencial en la configuración y respuesta de las señales químicas (Martín y López, 2006; Martín y López, 2010; Kopena et al., 2011, Havlíček et al., 2019). A pesar de esto, nuestros resultados GLM no encontraron una relación aparente entre la diversidad de la dieta y la diversidad química. Por lo tanto, es posible que otros factores ambientales puedan explicar la diversidad química de las glándulas femorales.

Las condiciones termo-hídricas de un hábitat pueden modificar la composición de las señales químicas, por ejemplo, ambientes áridos y cálidos promueven la presencia y persistencia de mezclas químicas de alto peso molecular, mientras que las mezclas químicas de bajo peso molecular son más comunes en ambientes fríos y húmedos (Baeckens et al., 2015; Baeckens, 2018). Además, las condiciones extremas de calor y poca humedad pueden afectar la eficiencia de persistencia y detectabilidad de las señales químicas (Martín et al., 2015). Otros factores que también pueden influir en el perfil químico de los poros femorales son el gradiente altitudinal (Martín et al., 2017), gradiente urbano (Ibañez et al., 2025), humedad relativa en el ambiente (Gabirot et al., 2008), tipo de hábitat: terrestre o arbóreo (Raya-García et al., 2021), o incluso la influencia y asociación con bacterias simbióticas o como respuesta a otros individuos (Wyatt, 2010). Debido a esta diversidad de factores que afecta la presencia, abundancia relativa, función y diversificación de las señales químicas, es importante tomarlos en cuenta al evaluar la diversidad química en lagartijas.

También se ha encontrado que la composición y abundancia de señales químicas (Smadja y Butlin, 2009) tiene un papel como barreras reproductivas entre especies y/o poblaciones estrechamente relacionadas lo que nos ha permitido comprender los procesos evolutivos en las especies (García-Roa et al., 2016). Por ejemplo, una alta sensibilidad quimiosensorial en las lagartijas *Podarcis bocagei* y *Podarcis hispanica* (especies hermanas) permite la discriminación química entre conespecíficos y miembros de otras especies (Barbosa et al., 2006). El mismo proceso ocurre con las lagartijas insulares *P. atrata* y la especie continental *P. hispanica*, en la que las lagartijas de ambos sexos responden fuertemente a los olores de sus conespecíficos, reduciendo los eventos de hibridación (Gabirot et al., 2010b). Sin embargo, estos factores pueden tener una influencia limitada en la divergencia química, ya que todas las poblaciones de *A. lineattissimus* (excepto Nuevo Capiro) se distribuyen en un continuo de sitios tropicales, climáticamente homogéneos entre sí. El rango de la distribución de esta especie comprende las zonas costeras desde Nayarit hasta Michoacán, así como en la depresión del Balsas de Michoacán hasta los 1000 m.s.n.m (Duellman y Wellman, 1960). En nuestro estudio se incluyeron las poblaciones de Jalisco y Michoacán. Debido a esto, las condiciones climáticas fueron muy similares entre las poblaciones de estudio.

Otros estudios indican que la diversidad química puede verse influenciada por factores internos de la lagartija, como los estados hormonales de los ciclos reproductivos, el estado de la microbiota simbiótica intestinal o el estado del sistema inmunitario (Crotti et al., 2010; Wyatt, 2010). Factores que pueden verse

indirectamente influenciados por la capacidad del individuo para obtener recursos alimenticios (Martín y López, 2014). También, se ha asociado con características morfológicas de las lagartijas, incluyendo el tamaño corporal, el número de manchas azules y el número de poros femorales (López et al., 2006). Por otro lado, algunos compuestos encontrados en las lagartijas están relacionados con feromonas y otras señales de alerta (Koutroumpa y Jacquín-Joly, 2014) o relacionados con hábitos y fuentes de alimento de las presas; generalmente, los insectos pueden transportar algunos compuestos clave a través de la cadena trófica (Müller y Buchbauer, 2011; Alavez-Rosas et al., 2017).

Si bien las diferencias encontradas en la diversidad química entre las poblaciones de *A. lineattissimus* podrían no estar directamente relacionadas con factores dietéticos o climáticos, estas diferencias químicas podrían estar influenciadas por otros factores como la selección sexual mediada por los niveles hormonales.

7.2 El papel de los grupos químicos en la señalización química

Uno de los grupos más abundantes de señalizaciones químicas son los ésteres (Martín y López 2015). Particularmente los ésteres céreos que tienen la cualidad de proporcionar características cohesivas a las señales químicas (López y Martín, 2005). A partir de nuestros resultados, identificamos algunos ésteres céreos que incluyen metil laurato, metil miristato, metil margarato, metil miristato y metil araquidato. Este tipo de compuestos proporcionan una mayor estabilidad molecular en condiciones ambientales secas y cálidas (Khannoon et al., 2011a; Martín et al., 2014). Condiciones habituales del hábitat de *A. lineattissimus* en la

que la vegetación está dominada por matorrales, bosques de galería y bosque tropical caducifolio (Duellman y Wellman, 1960). Navarro-García y colaboradores (2008) reportan la actividad operativa de esta lagartija cercana a los 29° C, aunque pueden soportar temperaturas corporales cercanas a los 38°C tanto en épocas lluviosas como secas (Güizado-Rodríguez y Casas-Andreu, 2007). Debido a esto, la presencia de ésteres cerosos en las secreciones químicas proporciona estabilidad molecular asegurando la persistencia de las señales bajo estas condiciones ambientales. Otro tipo de ésteres, producen olores con capacidad de provocar una respuesta conductual en vertebrados como el acetato de isopentilo y acetato de terpentilo (Laska y Seibt, 2002; Jackson et al., 2018). Además, algunos ésteres encontrados en los poros femorales de *A. lineattissimus* como palmitato de metilo y oleato de metilo están asociados como compuestos atrayentes de insectos (Ebrahim et al., 2023). En nuestro estudio, la presencia de estos ésteres podrían estar asociados al consumo de insectos por las lagartijas.

Además, en el grupo “Otros” detectamos algunos compuestos con gran valor biológico. Uno de estos, el tocoferol, esencial en la embriogénesis de vertebrados, promoviendo la transcripción embrionaria del ARN hasta siete veces más durante las primeras 24 horas tras la fecundación en hembras suplementadas (Miller et al., 2012). Asimismo, este compuesto es un estimulante reproductivo ya que las hembras tienen una preferencia por machos con niveles altos de tocoferol (Martín y López, 2010; Kopena et al., 2011; García-Roa et al., 2017). El escualeno es otro compuesto químico importante que está relacionado a la biosíntesis del colesterol mediante la enzima escualeno-sintasa (Do et al., 2009). Además, el

ácido acético es una de las principales fuentes de carbono para la producción de escualeno y colesterol (Woodward y Bloch, 1953). Aunque existen otras vías metabólicas para la biosíntesis de colesterol, que incluye la desmetilación oxidativa de dihidrolanosterol (compuesto presente en las secreciones de *A. lineattissimus*) y otros esteroides probados *in vitro* (Shafiee et al., 1986; Sonoda et al., 1988; Ačimovič et al., 2016). Estos precursores son relevantes ya que la presencia de colesterol y alcoholes de cadena larga podrían funcionar como marcas que establezcan una jerarquía de dominancia entre los machos, como ocurre en *Acanthodactylus boskianus* (Khannoon et al., 2011b). Además, los lípidos, como el colesterol, son una fuente de energía enfocada en la reproducción durante la vitelogénesis en lagartijas en lugar del mantenimiento energético durante los períodos de inanición como ocurre en los mamíferos (Price, 2017). Debido a las relaciones ya mencionadas de los compuestos químicos con los factores fisiológicos, los compuestos químicos actúan como una firma de la identidad de cada población, permitiendo a los individuos reconocer a sus congéneres.

7.3 El vínculo de la dieta con compuestos químicos específicos

Al evaluar la abundancia de compuestos químicos con la abundancia de diferentes órdenes de dieta, encontramos un patrón de correlaciones positivas cuando se involucraron coleópteros. La abundante presencia de escarabajos en la dieta de las lagartijas puede deberse a la gran cantidad de hábitats que ocupan y su gigantesca diversidad de especies (Bouchard et al., 2017). Una posible explicación en el predominio de este grupo en la dieta de las lagartijas es que los

escarabajos proporcionan una mayor contribución volumétrica en comparación con presas más pequeñas, como las termitas. Este patrón, es un reflejo del cambio ontogénico en la selección de presas, en el cual las lagartijas se alimentan de presas más grandes a medida que crecen (Sales et al., 2012). Nuestros resultados reportar 15 familias de coleópteros, sugiriendo que *A. lineattissimus* tiene una gran disponibilidad de presas que podrían contribuir a la nutrición y diversidad química.

Uno de los compuestos asociados a los coleópteros fue el ácido acético, molécula asociada con la digestión de la celulosa por escarabajos como *Oryctes nasicornis* (Bayon, 1980) y en las larvas de escarabajos de *Trypoxylus dichotomus*, ambos de la subfamilia Dynastinae (Scarabeidae) (Wada et al., 2020). El ácido acético también puede estar vinculado por la fermentación del azúcar de las frutas de las cuales se alimentan escarabajos frugívoros como el género *Cetonia* (Vuts et al., 2019). Por otro lado, escarabajos de la familia Carabidae producen ácido acético como defensa química contra depredadores (Will et al., 2000).

Los ésteres también están presentes en las presas de las lagartijas. En los escarabajos, estas sustancias son importantes en la señalización química; en nuestro estudio encontramos un vínculo entre los coleópteros y el palmitato de etilo. Este grupo de compuestos tiene importancia en la reproducción de los escarabajos, actuando como feromonas que permiten la recepción, atracción y acoplamiento (Levinson et al., 1978) o como parte de secreciones defensivas, como lo hacen las larvas de *Chrysomela lapponica* (Chrysomelidae) (Hilker y Schulz, 1994). Además, los escarabajos pueden producir undecano a través de las

glándulas pigdiales como señal de peligro o estrés (Bonacci et al., 2011; Vranić et al., 2024). Sin embargo, otros insectos como las hormigas pueden producir undecano y otras sustancias del grupo n-decano como señal de alarma (Fujiwara-Tsujii et al., 2006; Lenz et al., 2013). Nuestros resultados, junto con estos precedentes funcionales, podrían sugerir que los escarabajos son un recurso importante en la dieta y una fuente de compuestos clave en la señalización de *A. lineattissimus*.

Las termitas, otros alimentos de *A. lineattissimus*, ya que esta es la presa principal durante la mayor parte del año (Güizado-Rodríguez y Casas-Andreu, 2011). Este artículo alimenticio es importante en correlaciones específicas, ya que encontramos que la abundancia de oleato de metilo aumenta según el aumento en la abundancia de Blattodea, de los cuales las termitas son la presa más abundante y frecuente. La explicación de esta relación se puede encontrar en la digestión de la madera, que tiene bacterias simbióticas alojadas en sus intestinos (Brune, 2014), porque el oleato de metilo y otros ésteres son compuestos habituales en la digestión de la celulosa (Lange, 2007; Scharf y Tartar, 2008). Finalmente, la catálisis final de la celulosa produce ácidos grasos como el ácido oleico, que actúa como reserva energética en las termitas (Mauldin, 1977). Sin embargo, la cantidad de ácidos grasos difiere entre las castas de termitas: las ninfas y los adultos son las castas con mayor abundancia de ácidos grasos, mientras que los soldados presentan una proporción menor de estos compuestos (Chen y Laine, 2016).

8. CONCLUSIONES

Concluimos que tanto la diversidad dietética de *Aspidoscelis lineattissimus* no explica la variación general en la composición química ni la abundancia en las secreciones femorales generales de las poblaciones estudiadas. Por lo que un aumento en la diversidad de presas no necesariamente resulta en un aumento correspondiente en la diversidad química. No obstante, nuestros análisis a nivel poblacional revelaron que una mayor abundancia de ciertos taxones de presas, como Coleoptera y Blattodea, se asocia con mayores niveles de compuestos específicos, incluyendo ácido acético, undecano, palmitato de etilo de trimetildodecano (en escarabajos), así como oleato de metilo (en termitas). Estos resultados sugieren que la variación química interpoblacional podría estar determinada por la contribución limitada de la dieta.

La dieta no tiene efecto sobre la química global de los poros femorales de *A. lineattissimus* observados en el modelo mixto del GLM. Sin embargo, este modelo sí muestra diferencias entre las poblaciones de Perula y Cocinas. A pesar que el GLM de la dieta no muestra diferencias entre poblaciones. Estas diferencias se explican por la diferencia en la diversidad química. Es decir, las lagartijas producen una diversidad química diferente de manera independiente de la dieta

La dieta no es significativamente diferente entre poblaciones. Además, la dieta no tiene un efecto directo sobre la química femoral de *A. lineattissimus*. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en la química femoral en el GLM de la química. Esto sugiere que las diferencias encontradas en el modelo

mixto esta explicada por la diversidad química, ya que el factor de la dieta no es un factor relevante.

Este estudio permitió esclarecer la importancia de la dieta en la construcción del perfil químico de las lagartijas cola de látigo *A. lineattissimus*, por lo que se abre la posibilidad del estudio de otros factores que puedan influir en la ecología química en estas lagartijas.

9. LITERATURA CITADA

- Abellán, A., E. Desfilis y L. Medina. 2013. The olfactory amygdala in amniotes: evo-devo approach. *The Anatomical Record* 296(9):1317-1332.
- Ačimovič, J., S. Goyal, R. Košir, M. Goličnik, M. Perše, A. Belič, Z. Urlep, P. Guengerich y D. Rozman. 2016. Cytochrome P450 metabolism of the post-lanosterol intermediates explains enigmas of cholesterol synthesis. *Scientific Reports* 6:28462.
- Aguirre-León, G. 2011. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. *Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna* 1(1):48-65.
- Aitchison, J. 1986. The statistical analysis of compositional data: monographs in statistics and applied probability. Chapman and Hall, London.
- Alavez-Rosas, D., E. A. Malo, M. A. Guzmán, D. Sánchez-Guillén, R. Villanueva-Gutiérrez y L. Cruz-López. 2017. The stingless bee *Melipona solani* deposits a signature mixture and methyl oleate to mark valuable food sources. *Journal of Chemical Ecology* 43:945-954.
- Alberts, A. C. 1993. Chemical and behavioral studies of femoral gland secretions in iguanid lizards. *Brain, Behavior and Evolution* 41(3-5):255-260.
- Alberts, A. C. 1992. Pheromonal self-recognition in desert iguanas. *Copeia* 1992:229-232.
- Álvarez, T. A. A. y M. S. Sarabia. 2006. Espectro alimentario de la lagartija *Aspidoscelis deppi* (Sauria: Teiidae). *Revista de Zoología* 17:37-45.
- Assis Rodrigues, M. L. y S. Souza Rodrigues Sartori. 2023. Functional morphology of the tongue of snake *Bothrops jararaca* (Reptilia: Squamata). *Cuadernos de Herpetología* 37.
- Ayala-Flores, F. y U. Hernández-Salinas. 2016. Descripción de los hábitos alimentarios de *Aspidoscelis gularis* (Sauria: Teiidae), durante la temporada de lluvias en el sureste de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 32(1):120-122.
- Baeckens, S., S. Edwards, K. Huyghe y R. Van Damme. 2015. Chemical signalling in lizards: an interspecific comparison of femoral pore numbers in Lacertidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 114:44-57.
- Baeckens, S., A. Herrel, C. Broeckhoven, M. Vasilopoulou-Kampitsi, K. Huyghe, J. Goyens y R. Van Damme. 2017a. Evolutionary morphology of the lizard chemosensory system. *Scientific Reports* 7(1):10141.

Baeckens, S., J. Martín, R. García-Roa, P. Pafilis, K. Huyghe y R. Van Damme. 2017b. Environmental conditions shape the chemical signal design of lizards. *Functional Ecology* 32(2):566-580.

Baeckens, S., J. Martín, R. García-Roa y R. Van Damme. 2018. Sexual selection and the chemical signal design of lacertid lizards. *Zoological Journal of the Linnean Society* 183:445-457.

Baeckens, S. 2019. Evolution of animal chemical communication: insights from non-model species and phylogenetic comparative methods. *Belgian Journal of Zoology* 149:63-93.

Barbosa, D., E. Font, E. Desfilis y M. A. Carretero. 2006. Chemically mediated species recognition in closely related *Podarcis* wall lizards. *Journal of Chemical Ecology* 32:1587-1598.

Baxi, K. N., K. M. Dorries y H. L. Eisthen. 2006. Is the vomeronasal system really specialized for detecting pheromones? *Trends in Neurosciences* 29(1):1-7.

Bayon, C. 1980. Volatile fatty acids and methane production in relation to anaerobic carbohydrate fermentation in *Oryctes nasicornis* larvae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Insect Physiology* 26:819-828.

Bissinger, B. E. y C. A. Simon. 1979. Comparison of tongue extrusions in representatives of six families of lizards. *Journal of Herpetology* 13:133-139.

Bravo-Bolaños, O., A. Sánchez-González, J. A. De-Nova-Vázquez y N. P. Pavón-Hernández. 2016. Composición y estructura arbórea y arbustiva de la vegetación de la zona costera de Bahía de Banderas, Nayarit, México. *Botanical Sciences* 94:603-623.

Brune, A. 2014. Symbiotic digestion of lignocellulose in termite guts. *Nature Reviews Microbiology* 12:168-180.

Bonacci, T., P. Brandmayr, T. Zetto, I. D. Perrotta, S. Guarino, E. Peri y S. Colazza. 2011. Volatile compounds released by disturbed and undisturbed adults of *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera: Carabidae: Platynini) and structure of the pygidial gland. *ZooKeys* 81:13-23.

Bouchard, P., A. B. Smith, H. Douglas, M. L. Gimmel, A. J. Brunke y K. Kanda. 2017. Biodiversity of Coleoptera. Pp. 337-417 en *Insect Biodiversity: Science and Society* (R. G. Foottit y P. H. Adler, eds.). Wiley Blackwell, UK.

Chamut, S., V. G. Valdez y M. E. Manes. 2009. Functional morphology of femoral glands in the Tegu lizard, *Tupinambis merianae*. *Zoological Science* 26(4):289-293.

Chen, Z. y R. A. Laine. 2016. Fatty acids differ significantly in castes of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of the Entomological Society of America* 109:232-243.

Cole, C. J. 1966. Femoral glands in lizards: a review. *Herpetologica* 22(3):199-206.

Colosimo, G., G. Di Marco, A. D'Agostino, A. Gismondi, C. A. Vera, G. P. Gerber, M. Gerber, A. Scardi, C. Canini y G. Gentile. 2020. Chemical signatures of femoral pore secretions in two syntopic but reproductively isolated species of Galápagos land iguanas (*Conolophus marthae* y *C. subcristatus*). *Scientific Reports* 10(1):14314.

Cooper, W. E. 1994. Chemical discrimination by tongue-flicking in lizards: a review with hypotheses on its origin and its ecological and phylogenetic relationships. *Journal of Chemical Ecology* 20:439-487.

Cooper, W. E., C. S. Deperno y J. Arnett. 1994. Prolonged poststrike elevation in tongue-flicking rate with rapid onset in Gila monster, *Heloderma suspectum*: relation to diet and foraging and implications for evolution of chemosensory searching. *Journal of Chemical Ecology* 20:2867-2881.

Cooper, W. E. Jr. 2000. An adaptive difference in the relationship between foraging mode and responses to prey chemicals in two congeneric scincid lizards. *Ethology* 106(3):193-206.

Cooper, W. E. Jr. y J. J. Habegger. 2000. Elevated tongue-flicking and biting by the insectivorous lygosomine skink *Mabuya macularia* to prey, but not plant, chemicals. *Ethology Ecology & Evolution* 12(2):175-186.

Crotti, E., B. Chouaia, A. Alma, G. Favia, C. Bandi, K. Bourtzis y D. Daffonchio. 2016. Acetic acid bacteria as symbionts of insects. Pp. 121-142 en *Acetic Acid Bacteria* (K. Matsushita, H. Toyama, N. Tonouchi y A. Okamoto-Kainuma, eds.). Springer, Japan.

Cruz-Sáenz, D., F. J. Muñoz-Nolasco, V. Mata-Silva, J. D. Johnson, E. García-Padilla y L. D. Wilson. 2017. The herpetofauna of Jalisco, Mexico: composition, distribution, and conservation. *Mesoamerican Herpetology* 4(1):23-118.

Do, R., R. S. Kiss, D. Gaudet y J. C. Engert. 2009. Squalene synthase: a critical enzyme in the cholesterol biosynthesis pathway. *Clinical Genetics* 75(1):19-29.

Duellman, W. E. y J. Wellman. 1960. A systematic study of the lizards of the deppei group (genus *Cnemidophorus*) in Mexico and Guatemala. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan* 111:1-80.

Ebrahim, S. A., H. K. Dweck, B. L. Weiss y J. R. Carlson. 2023. A volatile sex attractant of tsetse flies. *Science* 379(6633):eade1877.

Fernández-Nava, R., C. Rodríguez-Jiménez, Ma. de la L. Arreguín-Sánchez y A. Rodríguez-Jiménez. 1998. Listado florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica* 9:1-151.

Fujiwara-Tsujii, N., N. Yamagata, T. Takeda, M. Mizunami y R. Yamaoka. 2006. Behavioral responses to the alarm pheromone of the ant *Camponotus obscuripes* (Hymenoptera: Formicidae). *Zoological Science* 23:353-358.

Gabirot, M., P. Lopez, J. Martín, M. de Fraipont, B. Heulin, B. Sinervo y J. Clobert. 2008. Chemical composition of femoral secretions of oviparous and viviparous types of male common lizards *Lacerta vivipara*. *Biochemical Systematics and Ecology* 36(7):539-544.

Gabirot, M., A. M. Castilla, P. López y J. Martín. 2010a. Chemosensory species recognition may reduce the frequency of hybridization between native and introduced lizards. *Canadian Journal of Zoology* 88(1):73-80.

Gabirot, M., A. M. Castilla, P. López y J. Martín. 2010b. Differences in chemical signals may explain species recognition between an island lizard, *Podarcis atrata*, and related mainland lizards, *P. hispanica*. *Biochemical Systematics and Ecology* 38(4):521-528.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 90 p.

García-Roa, R., C. Cabido, P. López y J. Martín. 2016. Interspecific differences in chemical composition of femoral gland secretions between two closely related wall lizard species, *Podarcis bocagei* and *Podarcis carbonelli*. *Biochemical Systematics and Ecology* 64:105-110.

García-Roa, R., J. Sáiz, B. Gómara, P. López y J. Martín. 2017a. Dietary constraints can preclude the expression of an honest chemical sexual signal. *Scientific Reports* 7: 6073.

García-Roa, R., M. Jara, S. Baeckens, P. López, R. Van Damme, J. Martín y D. Pincheira-Donoso. 2017b. Macroevolutionary diversification of glands for chemical communication in squamate reptiles. *Scientific Reports* 7(1): 9288.

Gardner, W., E.P. Mulvey y E.C. Shaw. 1995. Regression analyses of counts and rates: Poisson, overdispersed poisson, and negative binomial models. *Psychological Bulletin* 118(3): 392.

Gove, D. 1979. A comparative study of snake and lizard tongue-flicking, with an evolutionary hypothesis. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 51(1): 58-76.

Güizado-Rodríguez, M.A. y G. Casas-Andreu. 2007. Ecología térmica de *Aspidoscelis lineatissima* (Reptilia: Teiidae) en Chamela, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 15(2): 31-39.

Güizado-Rodríguez, M.A. y G. Casas-Andreu. 2011. Facultative specialization in the diet of the twelve-lined whiptail, *Aspidoscelis lineatissima*. *Journal of Herpetology* 45: 287–290.

Harvey, M.B., G.N. Ugueto y R.L. Gutberlet Jr. 2012. Review of teiid morphology with a revised taxonomy and phylogeny of the Teiidae (Lepidosauria: Squamata). *Zootaxa* 3459(1): 1-156.

Havlíček, J., J. Fialová y S.C. Roberts. 2019. How diet affects vertebrate semiochemistry. Pp. 81–93 en *Chemical Signals in Vertebrates 14* (M.L. East y M. Dehnhard, eds.). Springer International Publishing, Switzerland.

Henneken, J., J.Q. Goodger, T.M. Jones y M.A. Elgar. 2017. Diet-mediated pheromones and signature mixtures can enforce signal reliability. *Frontiers in Ecology and Evolution* 4: 145.

Hernández-Salinas, U., A. Ramírez-Bautista, N.P. Pavón y L.F. Rosas-Pacheco. 2014. Morphometric variation in island and mainland populations of two lizard species from the Pacific Coast of Mexico. *Revista Chilena de Historia Natural* 87(1): 1-9.

Hilker, M. y S. Schulz. 1994. Composition of larval secretion of *Chrysomela lapponica* (Coleoptera, Chrysomelidae) and its dependence on host plant. *Journal of Chemical Ecology* 20: 1075-1093.

Ibáñez, A., M. Menke, G. Quezada, G. Jimenez-Uzcategui, S. Schulz y S. Steinfartz. 2017. Diversity of compounds in femoral secretions of Galápagos iguanas (genera: *Amblyrhynchus* y *Conolophus*), and their potential role in sexual communication in lek-mating marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*). *PeerJ* 5: e3689.

Ibáñez, A., B. Zając, I. Sambak, M. Woźniakiewicz, A. Woźniakiewicz y M. Pabijan. 2025. Chemical signal diversity in male sand lizards (*Lacerta agilis*) along an urbanization gradient. *Scientific Reports* 15(1): 6958.

Imparato, B.A., M.M. Antoniazzi, M.T. Rodrigues y C. Jared. 2007. Morphology of the femoral glands in the lizard *Ameiva ameiva* (Teiidae) and their possible role in semiochemical dispersion. *Journal of Morphology* 268(7): 636-648.

Iraeta, P., C. Monasterio, A. Salvador y J.A. Diaz. 2011. Sexual dimorphism and interpopulation differences in lizard hind limb length: locomotor performance or chemical signalling?. *Biological Journal of the Linnean Society* 104(2): 318-329.

Iwasaki, S., S. Erdoğan y T. Asami. 2019. Evolutionary specialization of the tongue in vertebrates: structure and function. En: Bels, V., Whishaw, I. (eds). *Feeding in Vertebrates*. Fascinating Life Sciences. Springer, Cham.

Jackson, M.D., R.A. Keyzers y W.L. Linklater. 2018. Single compounds elicit complex behavioural responses in wild, free-ranging rats. *Scientific Reports* 8: 12588.

Jara, M., A. Frias-De-Diego, R. García-Roa, M. Saldarriaga-Córdoba, L.P. Harvey, R. Hickcox y D. Pincheira-Donoso. 2018. The macroecology of chemical communication in lizards: do climatic factors drive the evolution of signalling glands?. *Evolutionary Biology* 45: 259-267.

Keverne, E.B. 1999. The vomeronasal organ. *Science* 286(5440): 716-720.

Khannoon, E.R., B. Flachsbarth, A. El-Gendy, J. Mazik, J.D. Hardege y S. Schulz. 2011a. New compounds, sexual differences, and age-related variations in the femoral gland secretions of the lacertid lizard *Acanthodactylus boskianus*. *Biochemical Systematics and Ecology* 39: 95–101.

Khannoon, E.R., N.R. Dollahon y A.M. Bauer. 2013. Comparative study of the pheromone-manufacturing femoral glands in two sympatric species of lacertid lizards (*Acanthodactylus*). *Zoological Science* 30(2): 110-117.

Khannoon, E. R., El-Gendy, A., y Hardege, J. D. 2011b. Scent marking pheromones in lizards: cholesterol and long chain alcohols elicit avoidance and aggression in male *Acanthodactylus boskianus* (Squamata: Lacertidae). *Chemoecology* 21: 143-149.

Kopena, R., Martín, J., López, P., y Herczeg, G. 2011. Vitamin E supplementation increases the attractiveness of males' scent for female European green lizards. *PLoS One* 6(4): e19410.

Kopena, R., López, P., y Martín, J. 2017. Immune challenged male Iberian green lizards may increase the expression of some sexual signals if they have supplementary vitamin E. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 71: 1-18.

Koutroumpa, F. A., y Jacquin-Joly, E. 2014. Sex in the night: Fatty acid-derived sex pheromones and corresponding membrane pheromone receptors in insects. *Biochimie* 107: 15-21.

Kusaka, C., Utsumi, K., Staley, C., Pedersen, R., Valdivia, J., Liu, E., Caracalas, H., Reynolds, H., Eifler, M. A., y Eifler, D. A. 2021. Age-dependent search behavior in the Colorado checkered whiptail (*Aspidoscelis neotesselatus*). *North American Naturalist* 81: 518-528.

Labra, A. 2023. Population Scent Discrimination in Two *Liolaemus* Lizard Species: Exploring Ethological Isolation. *Diversity* 15: 831.

Laska, M., y Seibt, A. 2002. Olfactory sensitivity for aliphatic esters in squirrel monkeys and pigtail macaques. *Behavioural Brain Research* 134: 165-174.

Lassance, J. M., y Löfstedt, C. 2013. Chemical communication: A jewel sheds light on signal evolution. *Current Biology* 23: 346-348.

Lanuza, E., Belekova, M., Martínez-Marcos, A., Font, C., y Martínez-García, F. 1998. Identification of the reptilian basolateral amygdala: an anatomical investigation of the afferents to the posterior dorsal ventricular ridge of the lizard *Podarcis hispanica*. *European Journal of Neuroscience* 10: 3517-3534.

Lange, J. P. 2007. Lignocellulose conversion: an introduction to chemistry, process and economics. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 1: 39-48.

Lenz, E. L., Krasnec, M. O., y Breed, M. D. 2013. Identification of undecane as an alarm pheromone of the ant *Formica argentea*. *Journal of Insect Behavior* 26: 101-108.

Levinson, A. R., Levinson, H. Z., Schwaiger, H., Cassidy, R. F., y Silverstein, R. M. 1978. Olfactory behavior and receptor potentials of the khapra beetle *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) induced by the major components of its sex pheromone, certain analogues, and fatty acid esters. *Journal of Chemical Ecology* 4: 95-108.

López, P., y Martín, J. 2005. Age-related differences in lipophilic compounds found in femoral gland secretions of male spiny-footed lizards, *Acanthodactylus erythrurus*. *Zeitschrift für Naturforschung C* 60: 915-920.

López, P., Amo, L., y Martín, J. 2006. Reliable signaling by chemical cues of male traits and health state in male lizards *Lacerta monticola*. *Journal of Chemical Ecology* 32: 473-488.

Mackay, W. P., y Mackay, E. E. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). Memorias del II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Oaxtepec, Morelos, México: Sociedad Mexicana de Entomología. 82 pp.

Martín, J., Ortega, J., y López, P. 2015. Interpopulational variations in sexual chemical signals of Iberian wall lizards may allow maximizing signal efficiency under different climatic conditions. *PLoS One* 10: 1-17.

Martín, J., y López, P. 2006. Vitamin D supplementation increases the attractiveness of males' scent for female Iberian rock lizards. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273: 2619-2624.

Martín, J., y López, P. 2010. Multimodal sexual signals in male ocellated lizards *Lacerta lepida*: vitamin E in scent and green coloration may signal male quality in different sensory channels. *Naturwissenschaften* 97: 545-553.

Martín, J., y López, P. 2011. Feromonas y reproducción en reptiles. *Hormonas y reproducción de vertebrados*: 141-167.

Martín, J., y López, P. 2013. Effects of global warming on sensory ecology of rock lizards: increased temperatures alter the efficacy of sexual chemical signals. *Functional Ecology* 27: 1332-1340.

Martín, J., y López, P. 2015. Condition-dependent chemosignals in reproductive behavior of lizards. *Hormones and Behavior* 68: 14-24.

Martín, J., López, P., Gabirot, M., y Pilz, K. M. 2007. Effects of testosterone supplementation on chemical signals of male Iberian wall lizards: consequences for female mate choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61: 1275-1282.

Martín, J., Zamora-Camacho, F. J., Reguera, S., López, P., y Moreno-Rueda, G. 2017. Variations in chemical sexual signals of *Psammodromus algirus* lizards along an elevation gradient may reflect altitudinal variation in microclimatic conditions. *Science of Nature* 104: 16.

Martínez-González, P., y López-Prado, A. C. 2014. La pesca artesanal en Jalisco. Conflictos en torno a la conservación biocultural y la reproducción del capital. El caso de Careyitos. *Sociedad y Ambiente* 4: 23-28.

Martín, J., López, P., Rheubert, J. L., Siegel, D. S., y Trauth, S. E. 2014. Pheromones and chemical communication in lizards. *Reproductive Biology and Phylogeny of Lizards and Tuatara* 10: 43-77.

Mason, R. T., y Parker, M. R. 2010. Social behavior and pheromonal communication in reptiles. *Journal of Comparative Physiology A* 196: 729-749.

Mauldin, J. K. 1977. Cellulose catabolism and lipid synthesis by normally and abnormally faunated termites, *Reticulitermes flavipes*. *Insect Biochemistry* 7: 27-31.

Mayerl, C., Baeckens, S., y Van Damme, R. 2015. Evolution and role of the follicular epidermal gland system in non-ophidian squamates. *Amphibia-Reptilia* 36: 185-206.

Miller, G. W., Ulatowski, L., Labut, E. M., Lebold, K. M., Manor, D., Atkinson, J., Barton, C. L., Tanguay, R. L., y Traber, M. G. 2012. The α -tocopherol transfer protein is essential for vertebrate embryogenesis. *PLoS One* 7: e47402.

Morrone, J. J. 2017. Biogeographic regionalization of the Sierra Madre del Sur province, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 710-714.

Müller, M., y Buchbauer, G. 2011. Essential oil components as pheromones. A review. *Flavour and Fragrance Journal* 26: 357-377.

Murali, G., Meiri, S., y Roll, U. 2023. Chemical signaling glands are unlinked to species diversification in lizards. *Evolution* 77: 1829-1841.

Naumann, R. K., Ondracek, J. M., Reiter, S., Shein-Idelson, M., Tosches, M. A., Yamawaki, T. M., y Laurent, G. 2015. The reptilian brain. *Current Biology* 25(8): R317-321.

Navarro-García, J. C., García, A., y Méndez de la Cruz, F. R. 2008. Estacionalidad, eficiencia termorreguladora de *Aspidoscelis lineatissima* (Sauria: Teiidae) y la calidad térmica del bosque tropical caducifolio en Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79(2): 413-419.

Negus, V. E. 1956. The organ of Jacobson. *Journal of Anatomy* 90: 515.

Paulissen, M. A. 1987. Optimal foraging and intraspecific diet differences in the lizard *Cnemidophorus sexlineatus*. *Oecologia* 71: 439-446.

Paulissen, M. A., Walker, J. M., y Taylor, H. L. 2006. Diet of sympatric pattern classes C and E of the parthenogenetic whiptail lizard *Aspidoscelis tesselata* at Summer Lake, De Baca County, New Mexico. *The Southwestern Naturalist* 51(4): 555-560.

Pérez-Almazán, C., Manríquez-Morán, N. L., Balderas-Plata, M. A., Némiga, X. A., y López-Alcaide, S. 2017. Implicaciones de la precipitación sobre la evolución del tamaño corporal y distancia interaxilar en el complejo *Aspidoscelis gularis* (Squamata: Teiidae). *Revista de Biología Tropical* 65(2): 725-733.

Perry, G., y Garland Jr, T. 2002. Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat, and phylogeny. *Ecology* 83(7): 1870-1885.

Pough, F. H. 1973. Lizard energetics and diet. *Ecology* 54(4): 837-844.

Price, E. R. 2017. The physiology of lipid storage and use in reptiles. *Biological Reviews* 92(3): 1406-1426.

R Development Core Team. 2023. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Ramírez-Delgadillo, R. 2006. Vegetación y flora de la isla “La Cocina”, Chamela, Municipio de La Huerta, Jalisco, México. *Avances en la Investigación Científica en el CUCBA*: 544-559.

Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. México, D. F.: 127.

Raya-García, E., Suazo-Ortuño, I., y Alvarado-Díaz, J. 2015. Dieta del látigo del Valle de Tepalcatepec, *Aspidoscelis calidipes* (Squamata: Teiidae), en Michoacán, México. *El Naturalista del Suroeste* 60(1): 127-130.

Raya-García, E., Suazo-Ortuño, I., Campos-García, J., Martín, J. R., y Alvarado-Díaz, J. 2021. Chemical differences in femoral gland secretions of arboreal and terrestrial tropical lizards from western Mexico. *Salamandra* 57(3): 371-377.

Raya-García, E., Suazo-Ortuño, I., Campos-García, J., Martín, J., Alvarado-Díaz, J., y Mendoza-Ramírez, E. 2020. Chemical signal divergence among populations influences behavioral discrimination in the whiptail lizard *Aspidoscelis lineattissimus* (Squamata: Teiidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 74: 144.

Rodríguez-Ruiz, G., López, P., y Martín, J. 2020. Dietary vitamin D in female rock lizards induces condition-transfer effects in their offspring. *Behavioral Ecology* 31(3): 633-640.

Raya-García, E., Suazo-Ortuño, I., García-Andrade, A. B., Solís-Guzmán, M. G., y Pérez-Rodríguez, R. 2022. Assessing evolutionary history and species boundaries in a polymorphic tropical lizard, the *Aspidoscelis lineattissimus* species complex (Squamata, Teiidae). *Zoologica Scripta* 51(5): 533-549.

Román-Palacios, C. 2023. Digest: Unveiling the role of chemical communication in lizard diversification. *Evolution* 77(10): 2336-2337.

Ruiz, M., French, S. S., Demas, G. E., y Martins, E. P. 2010. Food supplementation and testosterone interact to influence reproductive behavior and immune function in *Sceloporus graciosus*. *Hormones and Behavior* 57(2): 134-139.

Sales, R. F., Ribeiro, L. B., Jorge, J. S., y Freire, E. M. 2012. Feeding habits and predator-prey size relationships in the whiptail lizard *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) in the semiarid region of Brazil. *South American Journal of Herpetology* 7(2): 149-156.

Scharf, M. E., y Tartar, A. 2008. Termite digestomes as sources for novel lignocellulases. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 2(6): 540-552.

Schwenk, K. 1995. Of tongues and noses: chemoreception in lizards and snakes. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 7–12.

Shafiee, A., Trzaskos, J. M., Paik, T. K., y Gaylor, J. L. 1986. Oxidative demethylation of lanosterol in cholesterol biosynthesis: accumulation of sterol intermediates. *Journal of Lipid Research* 27(1): 1-10.

Slater, J. A., y Baranowski, R. M. 1978. *How to know the true bugs (Hemiptera - Heteroptera)*. Brown, USA: 256 pp.

Smadja, C., y Butlin, R. K. 2009. On the scent of speciation: the chemosensory system and its role in premating isolation. *Heredity* 102(1): 77-97.

Steiger, S., Haberer, W., y Müller, J. K. 2011. Social environment determines degree of chemical signalling. *Biology Letters* 7(6): 822-824.

Steinberg, M. B., Finelli, A. L., Gerwien, R. W., y John-Alder, H. B. 1993. Behavioral effects of thyroxine in a lizard (*Ameiva undulata*: Teiidae). *Physiological Zoology* 66(1): 148-165.

Sonoda, Y., Sekigawa, Y., y Sato, Y. 1988. In vitro effects of oxygenated lanosterol derivatives on cholesterol biosynthesis from 24,25-dihydrolanosterol. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 36(3): 966-973.

Stoka, A. M. 1999. Phylogeny and evolution of chemical communication: an endocrine approach. *Journal of Molecular Endocrinology* 22(3): 207-225.

Swaney, W. T., y Keverne, E. B. 2009. The evolution of pheromonal communication. *Behavioural Brain Research* 200(2): 239-247.

Taylor, H. L., Livo, L. J., Martin, D. J., Maynard, W. R., Estep, A., Clawges, R., Roth, D., Kellner, J., y Jackson, T. 2015. New northern distribution records for pattern classes A, B, and D of *Aspidoscelis neotesselata* (Colorado Checkered Whiptail) in Colorado, and biogeographic sources of northern colonists. *Herpetological Review* 46: 312–319.

Vitt, L. J. 2000. Ecological consequences of body size in neonatal and small-bodied lizards in the neotropics. *Herpetological Monographs*: 388-400.

Triplehorn, C. A., y Johnson, N. F. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*, 7th ed. Saunders Co., USA.

Utsumi, K., Kusaka, C., Pedersen, R., Staley, C., Dunlap, L., Smith, S. G., ... y Eifler, D. A. 2020. Habitat-dependent search behavior in the Colorado Checkered Whiptail (*Aspidoscelis neotesselata*). *Western North American Naturalist* 80(1): 11-18.

Valdecantos, S., Martínez, V., y Labra, A. 2014. Comparative morphology of *Liolaemus* lizards precloacal glands. *Acta Herpetologica* 9(2): 147-158.

Vranić, S., Vujisić, L., Vesović, N., Todosijević, M., Pantelić, D., Pavlović, D., Ivanović, D. S., Vasović, A. M., y Ćurčić, S. 2024. The morphology of the pygidial glands and the chemical composition of their secretions of four sphodrine ground beetle species (Carabidae: Platyninae). *Journal of Insect Physiology* 158: 104685.

Vuts, J., Zsófia, L., Imrei, Z., Csonka, É. B., Birkett, M. A., y Tóth, M. 2019. In search of co-attractants for cetoniin scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae): Identification and preliminary field evaluation of volatiles from fermenting apple. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 54(2): 229-242.

Wada, N., Iwabuchi, N., Sunairi, M., Nakajima, M., Iwata, R., y Anzai, H. 2020. Site-specific profiles of biochemical properties in the larval digestive tract of Japanese rhinoceros beetle, *Trypoxylus dichotomus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Entomological Science* 23(1): 33-43.

Wang, X., Verschut, T. A., Billeter, J. C., y Maan, M. E. 2021. Seven questions on the chemical ecology and neurogenetics of resource-mediated speciation. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: 640486.

Weldon, P. J., Flachsbarth, B., y Schulz, S. 2008. Productos naturales del tegumento de reptiles no aviares. *Informes de Productos Naturales* 25(4): 738-756.

Will, K. W., Attygalle, A. B., y Herath, K. 2000. New defensive chemical data for ground beetles (Coleoptera: Carabidae): interpretations in a phylogenetic framework. *Biological Journal of the Linnean Society* 71(3): 459-481.

Woodward, R. B., y Bloch, K. 1953. The cyclization of squalene in cholesterol synthesis. *Journal of the American Chemical Society* 75(8): 2023-2024.

Wyatt, T. D. 2010. Pheromones and signature mixtures: defining species-wide signals and variable cues for identity in both invertebrates and vertebrates. *Journal of Comparative Physiology A* 196(10): 685-700.

Young, B. A. 1993. Evaluating hypotheses for the transfer of stimulus particles to Jacobson's organ in snakes. *Brain, Behavior and Evolution* 41(3-5): 203-209.

Yanosky, A. A., Iriart, D. E., y Mercolli, C. 1993. Predatory behavior in *Tupinambis teguixin* (Sauria: Teiidae). I. Tongue-flicking responses to chemical food stimuli. *Journal of Chemical Ecology* 19: 291-299.

Zozaya, S. M., Higgie, M., Moritz, C., y Hoskin, C. J. 2019. Are pheromones key to unlocking cryptic lizard diversity? *The American Naturalist* 194(2): 168-182.

10. ANEXOS

Anexo 1. Correlaciones de Kendall de los taxones más abundantes de cada población con la abundancia de la química total y de ésteres, donde: Z es el estadístico de la prueba que evalúa la significancia y tendencia de Tau (valores altos indican mayor evidencia de la correlación). P representa la probabilidad de obtener el valor de Tau por azar si H_0 es verdadera, valores pequeños ($p < 0.05$) indican significancia estadística. Tau representa la fuerza y dirección de la correlación (+1 es una correlación positiva fuerte y -1 es una correlación negativa fuerte). El símbolo * indica correlaciones que consideramos marginalmente significativos por su cercanía al valor $P \leq 0.05$ significativo.

CORRELACIONES CAPIRIO			
Taxones	Valores	química total	ésteres
COLEOPTERA	Z	-0.66794	-0.60738
	P	0.5042	0.5436
	Tau	-0.1592324	-0.1454643
HYMENOPTERA	Z	0.9223	-1.0561
	P	0.3564	0.2909
	Tau	0.3162278	-0.3544588
COLEOPTERA + HYMENOPTERA	Z	0	-0.54821
	P	1	0.5835
	Tau	0	-0.1754116
CORRELACIONES MARUATA			
Taxones	Valores	química total	ésteres
COLEOPTERA	Z	-1.3899	-1.8253
	P	0.1646	0.06795*
	Tau	-0.421637	-0.5715476
BLATTODEA	Z	-1.7617	-1.7617
	P	0.07813	0.07813
	Tau	-0.8017837	-0.8017837
ARACHNIDA	Z	0.59235	0.60858
	P	0.5536	0.5428
	Tau	0.2721655	0.2886751
COLEOPTERA +	Z	-1.7108	0.29617
	P	0.08712	0.7671

BLATTODEA	Tau	-0.7559289	0.1360828
COLEOPTERA	Z	-1.2632	-0.75794
+	P	0.2065	0.4485
ARACHNIDA	Tau	-0.5270463	-0.3162278
BLATTODEA	Z	0.72548	0.26854
+	P	0.4682	0.7883
ARACHNIDA	Tau	0.33333	0.1178511
CORRELACIONES PERULA			
Taxones	Valores	química total	ésteres
BLATTODEA	Z	-1.5307	-1.3915
	P	0.1258	0.1641
	Tau	-0.4949134	-0.4499213
COLEOPTERA	Z	-1.8185	-1.9251
	P	0.06899*	0.05422*
	Tau	-0.6288281	-0.650714
HYMENOPTERA	Z	0.57027	1.1744
	P	0.5685	0.2402
	Tau	0.2519763	0.5345225
BLATTODEA	Z	-1.709	-1.709
+	P	0.08745	0.08745
COLEOPTERA	Tau	-0.5642881	-0.5642881
BLATTODEA	Z	0.25265	0.25265
+	P	0.8005	0.8005
HYMENOPTERA	Tau	0.1054093	0.105493
COLEOPTERA	Z	0.75794	-0.25265
+	P	0.4485	0.08005
HYMENOPTERA	Tau	0.3162278	-0.1054093

CORRELACIONES COCINAS			
Taxones	Valores	química total	ésteres
ARACHNIDA	Z	0.62464	0.62464
	P	0.5322	0.5322
	Tau	0.2401922	0.2401922
BLATTODEA	Z	1.0081	1.4857
	P	0.3134	0.1374
	Tau	0.3846154	0.5853694
COLEOPTERA	Z	1.0672	1.0809
	P	0.2859	0.2797
	Tau	0.2713639	0.2797155
DIPTERA	Z	-2.7965	-1.8644
	P	0.005165	0.06227*
	Tau	-0.9233805	-0.615587
ARACHNIDA + BLATTODEA	Z	0.5636	1.1476
	P	0.573	0.2511
	Tau	0.2	0.4140393
ARACHNIDA + COLEOPTERA	Z	0.5636	1.3151
	P	0.573	0.1885
	Tau	0.2	0.4666667
ARACHNIDA + DIPTERA	Z	0.18787	0.38255
	P	0.851	0.7021
	Tau	0.06666	0.138013
BLATTODEA + DIPTERA	Z	-2.4423	-1.5302
	P	0.0146	0.126
	Tau	-0.86667	-0.5520524
COLEOPTERA +	Z	-1.6897	-1.0753
	P	0.09109	0.2823

DIPTERA	Tau	-0.55	-0.35
---------	-----	-------	-------

Anexo 2. Correlaciones de Kendall de los taxones mas abundantes de cada población con la abundancia de ácidos carboxílicos, donde: Z es el estadístico de la prueba que evalúa la significancia y tendencia de Tau (valores altos indican mayor evidencia de la correlación). P representa la probabilidad de obtener el valor de Tau por azar si Ho es verdadera, valores pequeños ($p < 0.05$) indican significancia estadística. Tau representa la fuerza y dirección de la correlación (+1 es una correlación positiva fuerte y -1 es una correlación negativa fuerte). El símbolo * indica correlaciones que consideramos marginalmente significativos por su cercanía al valor $P \leq 0.05$ significativo.

CAPIRIO		
Taxones	Valores	ácidos carboxílicos
COLEOPTERA	Z	-0.059137
	P	0.9528
	Tau	-0.013955
HYMENOPTERA	Z	0.80454
	P	0.4211
	Tau	0.2501596
PERULA		
BLATTODEA	Z	-1.6583
	P	0.09725
	Tau	-0.5080005
COLEOPTERA	Z	-1.6386
	P	0.1013
	Tau	-0.5773503
MARUATA		
ARACHNIDA	Z	0.70711
	P	0.4795
	Tau	0.3162278
HETEROPTERA	Z	0
	P	1
	Tau	0

HYMENOPTERA	Z	-0.79057
	P	0.4292
	Tau	-0.3779645

Anexo 3. Correlaciones de Kendall entre las abundancias de taxones con la abundancia de compuestos químicos específicos en cada población, donde: Z es el estadístico de la prueba que evalúa la significancia y tendencia de Tau (valores altos indican mayor evidencia de la correlación). P representa la probabilidad de obtener el valor de Tau por azar si H_0 es verdadera, valores pequeños ($p < 0.05$) indican significancia estadística. Tau representa la fuerza y dirección de la correlación (+1 es una correlación positiva fuerte y -1 es una correlación negativa fuerte). El símbolo * indica correlaciones que consideramos marginalmente significativos por su cercanía al valor $P \leq 0.05$ significativo.

LOCALIDAD	TAXONES	COMPUESTO	ESTADÍSTICO
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Acetato de Isobutilo	Z = -2.0381 P = 0.04154 Tau = -0.6998542
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Metilo miristato	Z = 1.3587 P = 0.1742 Tau = 0.466569
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Palmitato de etilo	Z = 0.757994 P = 0.4485 Tau = 0.2236068
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Estereato de metilo	Z = -0.3208445 P = 0.3106 Tau = -0.3208445
CAPIRIO	COLEOPTERA	Acetato de Isobutilo	Z = -0.744 P = 0.4569 Tau = -0.182125
CAPIRIO	COLEOPTERA	Laurato de metilo	Z = 0.12946 P = 0.897 Tau = 0.03615508
CAPIRIO	COLEOPTERA	Metilo miristato	Z = -0.36707 P = 0.7136 Tau = -0.07583649
CAPIRIO	COLEOPTERA	Palmitatode etilo	P = 0.169 Tau = 0.2973006 Z = 1.3753
CAPIRIO	COLEOPTERA	Estereato de metilo	Z = 0.25928 P = 0.7954 Tau = 0.05814838
CAPIRIO	COLEOPTERA	Araquidato de metilo	Z = 0.82223 P = 0.4109 Tau = 0.2253745
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Ácido acético	Z = 0.83205 P = 0.4054 Tau = 0.3585686
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Ácido palmítico	Z = -1.3308 P = 0.1832 Tau = -0.4605662
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Ácido esteárico	Z = -1.3887 P = 0.1649 Tau = -0.547722
CAPIRIO	COLEOPTERA	Ácido acético	Z = 2.8203 P = 0.004798 Tau = 0.6975184
CAPIRIO	COLEOPTERA	Ácido palmítico	Z = 1.0981

			P = 0.2722 Tau = 0.2447881
CAPIRIO	COLEOPTERA	Ácido esteárico	Z = 1.0981 P = 0.2722 Tau = 0.2447881
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Undecano	Z = -0.50529 P = 0.6134 Tau = -0.1490712
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Trimetil dodecano	Z = -1.4796 P = 0.139 Tau = -0.4717282
CAPIRIO	HYMENOPTERA	Tocoferol	Z = 1.3416 P = 0.1797 Tau = 0.7071068
CAPIRIO	COLEOPTERA	Undecano	Z = 2.5795 P = 0.009895 Tau = 0.6343808
CAPIRIO	COLEOPTERA	Trimetil dodecano	Z = 2.1105 P = 0.03482 Tau = 0.5190389
CAPIRIO	COLEOPTERA	Tocoferol	Z = 1.7857 P = 0.07415 Tau = 0.5636215
CAPIRIO	COLEOPTERA	Escualeno	Z = -0.16993 P = 0.8651 Tau = -0.03631365
MARUATA	ARACHNIDA	Acetato de isobutilo	Z = 0 P = 1 Tau = 0
MARUATA	ARACHNIDA	Palmitato de etilo	Z = -0.92582 P = 0.3345 Tau = -0.3651484
MARUATA	ARACHNIDA	Oleato de metilo	Z = -1.8516 P = 0.06408 Tau = -0.7302967
MARUATA	HETEROPTERA	Acetato de isobutilo	Z = 0.83205 P = 0.4054 Tau = 0.3585686
MARUATA	HETEROPTERA	Palmitato de etilo	Z = 0.83205 P = 0.4054 Tau = 0.3585686
MARUATA	HETEROPTERA	Oleato de metilo	Z = 0.27735 P = 0.7815 Tau = 0.1195229
MARUATA	HYMENOPTERA	Acetato de isobutilo	Z = 0.36116 P = 0.718 Tau = 0.1825742
MARUATA	HYMENOPTERA	Palmitato de etilo	Z = -1.0835 P = 0.2786 Tau = -0.5477226
MARUATA	HYMENOPTERA	Oleato de metilo	Z = -1.3868 P = 0.1655 Tau = -0.5976143
MARUATA	COLEOPTERA	Acetato de isobutilo	Z = 0.37573 P = 0.7071 Tau = 0.0993808
MARUATA	COLEOPTERA	Laurato de metilo	Z = 0.52223 P = 0.6015 Tau = 0.3333
MARUATA	COLEOPTERA	Palmitato de etilo	Z = -1.6908 P = 0.09087 Tau = -0.4472136
MARUATA	COLEOPTERA	Oleato de metilo	Z = -0.75147

			P = 0.4524 Tau = -0.1987616
MARUATA	ARACHNIDA	Ácido acético	Z = 1.3887 P = 0.1649 Tau = 0.5477226
MARUATA	ARACHNIDA	Ácido palmítico	Z = 1.3887 P = 0.1649 Tau = 0.5477226
MARUATA	ARACHNIDA	Ácido esteárico	Z = -1.7321 P = 0.08326 Tau = -0.7745967
MARUATA	HETEROPTERA	Ácido acético	Z = 1.3868 P = 0.1655 Tau = 0.5976143
MARUATA	HETEROPTERA	Ácido palmítico	Z = 0.27735 P = 0.7815 Tau = 0.1195229
MARUATA	HETEROPTERA	Ácido esteárico	Z = -1.8058 P = 0.07095 Tau = -0.9128709
MARUATA	BLATTODEA	Ácido acético	Z = 0 P = 1 Tau = 0
MARUATA	BLATTODEA	Ácido palmítico	Z = -1.6108 P = 0.1072 Tau = -0.5962848
MARUATA	BLATTODEA	Ácido esteárico	Z = -0.80539 P = 0.4206 Tau = -0.2981424
MARUATA	HYMENOPTERA	Ácido acético	Z = -0.83205 P = 0.4054 Tau = -0.3585686
MARUATA	HYMENOPTERA	Ácido palmítico	Z = 0.83205 P = 0.4054 Tau = 0.358569
MARUATA	HYMENOPTERA	Ácido esteárico	Z = -1.3416 P = 0.1797 Tau = -0.7071068
MARUATA	COLEOPTERA	Ácido acético	Z = 0 P = 1 Tau = 0
MARUATA	COLEOPTERA	Ácido palmítico	Z = 0 P = 1 Tau = 0
MARUATA	COLEOPTERA	Ácido esteárico	Z = -1.1272 P = 0.2597 Tau = -0.2981424
MARUATA	ARACHNIDA	Undecano	Z = -0.46291 P = 0.6434 Tau = -0.1825742
MARUATA	ARACHNIDA	Trimetil dodecano	Z = 1.3887 P = 0.1649 Tau = 0.5477226
MARUATA	ARACHNIDA	Tocoferol	Z = 0.44721 P = 0.6547 Tau = 0.2357023
MARUATA	ARACHNIDA	Escualeno	Z = -1.7321 P = 0.08326 Tau = -0.774597
MARUATA	HETEROPTERA	Undecano	Z = 0.83205 P = 0.4054 Tau = 0.3585686
MARUATA	HETEROPTERA	Trimetil dodecano	Z = 0.83205

			P = 0.4054 Tau = 0.355686
MARUATA	HETEROPTERA	Tocoferol	Z = 1.2247 P = 0.2207 Tau = 0.876497
MARUATA	HETEROPTERA	Escualeno	Z = 0.44721 P = 0.6547 Tau = 0.2357023
MARUATA	BLATTODEA	Undecano	Z = 0 P = 1 Tau = 0
MARUATA	BLATTODEA	Trimetil dodecano	Z = -0.40269 P = 0.6872 Tau = -0.1490712
MARUATA	BLATTODEA	Tocoferol	P = 1 Tau = 0 Z = 0
MARUATA	BLATTODEA	Escualeno	Z = -1.6108 P = 0.1072 Tau = -0.5962848
MARUATA	HYMENOPTERA	Undecano	Z = -1.3868 P = 0.1655 Tau = -0.5976143
MARUATA	HYMENOPTERA	Trimetil dodecano	Z = -0.27735 P = 0.7815 Tau = -0.1195229
MARUATA	HYMENOPTERA	Tocoferol	Z = 1.2247 P = 0.2207 Tau = 0.816497
MARUATA	HYMENOPTERA	Escualeno	Z = -0.27735 P = 0.7815 Tau = -0.1195229
MARUATA	COLEOPTERA	Undecano	Z = -1.3151 P = 0.1885 Tau = -0.3478328
MARUATA	COLEOPTERA	Trimetil dodecano	Z = -0.18787 P = 0.851 Tau = -0.0496904
MARUATA	COLEOPTERA	Tocoferol	Z = -0.90622 P = 0.3648 Tau = -0.2758386
MARUATA	COLEOPTERA	Escualeno	Z = -0.64952 P = 0.516 Tau = -0.1825742
MARUATA	BLATTODEA + HETEROPTERA	Undecano	Z = -0.25265 P = 0.8005 Tau = -0.1054093
MARUATA	HYMENOPTERA + ARACHNIDA	Oleato de metilo	Z = -0.25265 P = 0.8005 Tau = -0.1054093
MARUATA	HYMENOPTERA + HETEROPTERA	Tocoferol	Z = 0 P = 0.3333 Tau = 1
PERULA	BLATTODEA	Acetato de terpenilo	Z = -0.27735 P = 0.7815 Tau = -0.072654
PERULA	BLATTODEA	Palmitoleato de metilo	Z = -0.27735 P = 0.7815 Tau = -0.1195229
PERULA	BLATTODEA	Palmitato de etilo	Z = -0.22549 P = 0.8216 Tau = -0.0860663
PERULA	BLATTODEA	Oleato de metilo	Z = 1.8058

			P = 0.07095 Tau = 0.9128709
PERULA	HYMENOPTERA	Acetato de terpenilo	Z = 0.27735 P = 0.7815 Tau = 0.1195229
PERULA	HYMENOPTERA	Palmitato de metilo	Z = -1.5667 P = 0.1172 Tau = -1
PERULA	HYMENOPTERA	Palmitato de etilo	Z = -1.5667 P = 0.1172 Tau = -1
PERULA	COLEOPTERA	Acetato de terpenilo	Z = -0.67015 P = 0.5028 Tau = -0.2061956
PERULA	COLEOPTERA	Palmitato de metilo	Z = 0.36116 P = 0.718 Tau = 0.1825742
PERULA	COLEOPTERA	Palmitato de etilo	Z = 1.9415 P = 0.0522* Tau = 0.83666
PERULA	COLEOPTERA	Oleato de metilo	Z = -1.3416 P = 0.1797 Tau = -0.7071068
PERULA	BLATTODEA	Ácido acético	Z = 0.20556 P = 0.8371 Tau = -0.07785
PERULA	BLATTODEA	Ácido palmítico	Z = -0.61667 P = 0.5375 Tau = -0.2335497
PERULA	BLATTODEA	Ácido esteárico	Z = 0 P = 1 Tau = 0
PERULA	COLEOPTERA	Ácido acético	Z = 1.5667 P = 0.1172 Tau = 1
PERULA	COLEOPTERA	Ácido palmítico	Z = 0.52223 P = 0.6015 Tau = 0.3333
PERULA	BLATTODEA	Undecano	Z = -1.2019 P = 0.2294 Tau = -0.3148337
PERULA	BLATTODEA	Trimetil dodecano	Z = 0.7746 P = 0.4386 Tau = 0.2760262
PERULA	BLATTODEA	Tocoferol	Z = -0.447221 P = 0.6547 Tau = -0.235702
PERULA	BLATTODEA	Escualeno	Z = -0.2179618 P = 0.4054 Tau = -0.2179618
PERULA	BLATTODEA	Dihidrolanosterol	Z = 0 P = 1 Tau = 0
PERULA	HYMENOPTERA	Undecano	Z = -1.3868 P = 0.1655 Tau = -0.5976143
PERULA	HYMENOPTERA	Trimetil dodecano	Z = -1.2247 P = 0.2207 Tau = -0.8164966
PERULA	HYMENOPTERA	Escualeno	Z = -0.83205 P = 0.4054 Tau = -0.3585686
PERULA	COLEOPTERA	Undecano	Z = -0.40209

			P = 0.6876 Tau = -0.1237179
PERULA	COLEOPTERA	Trimetil dodecano	Z = 1.0835 P = 0.2786 Tau = 0.5477226
PERULA	COLEOPTERA	Escualeno	Z = 0.67015 P = 0.5028 Tau = 0.2061965
PERULA	COLEOPTERA	Dihidrolanosterol	P = 0.715 Tau = 0.1825742 Z = 0.36116
PERULA	BLATTODEA + COLEOPTERA	Oleato de metilo	Z = 0.36116 P = 0.718 Tau = 0.1825742
COCINAS	ARACHNIDA	Acetato de terpenilo	Z = -0.67937 P = 0.4969 Tau = -0.3333
COCINAS	ARACHNIDA	Palmitato de etilo	Z = 1.3587 P = 0.1742 Tau = 0.6666
COCINAS	ARACHNIDA	Heptadecanoato de metilo (Methyl margarate)	Z = -0.67937 P = 0.4969 Tau = -0.33333
COCINAS	ARACHNIDA	Oleato de metilo	Z = -0.67937 P = 0.4969 Tau = -0.33333
COCINAS	ARACHNIDA	Laurato de metilo	Z = -1.5667 P = 0.1172 Tau = -1
COCINAS	BLATTODEA	Acetato de terpenilo	Z = -1.3833 P = 0.1666 Tau = -0.4505636
COCINAS	BLATTODEA	Palmitato de etilo	Z = -1.7538 P = 0.07949 Tau = -0.6445034
COCINAS	BLATTODEA	Heptadecanoato de metilo (Methyl margarate)	Z = 0.19487 P = 0.8455 Tau = 0.0716115
COCINAS	BLATTODEA	Oleato de metilo	Z = 1.9596 P = 0.05004 Tau = 0.8
COCINAS	BLATTODEA	Laurato de metilo	Z = -0.4899 P = 0.6242 Tau = -0.2
COCINAS	HYMENOPTERA	Acetato de terpenilo	Z = -0.65727 P = 0.511 Tau = -0.1825742
COCINAS	HYMENOPTERA	Palmitato de etilo	Z = 0 P = 1 Tau = 0
COCINAS	HYMENOPTERA	Heptadecanoato de metilo (Methyl margarate)	Z = 0.43818 P = 0.6613 Tau = -0.1217161
COCINAS	HYMENOPTERA	Oleato de metilo	Z = -0.65727 P = 0.511 Tau = -0.1825742
COCINAS	HYMENOPTERA	Laurato de metilo	Z = -0.62725 P = 0.5305 Tau = -0.2057378
COCINAS	COLEOPTERA	Acetato de terpenilo	Z = -0.63915 P = 0.5227 Tau = -0.1556998
COCINAS	COLEOPTERA	Laurato de metilo	Z = 0.1414214

			P = 0.5828 Tau = 0.54925
COCINAS	COLEOPTERA	Palmitato de etilo	Z = -1.0556 P = 0.2912 Tau = -0.2613098
COCINAS	COLEOPTERA	Heptadecanoato de metilo (Methyl margarate)	Z = 0.14166 P = 0.8874 Tau = 0.03289758
COCINAS	COLEOPTERA	Oleato de metilo	Z = -0.9916 P = 0.3214 Tau = -0.2302831
COCINAS	DIPTERA	Acetato de terpentilo	Z = -0.25678 P = 0.7974 Tau = -0.07715167
COCINAS	DIPTERA	Laurato de metilo	Z = -1.2545 P = 0.2097 Tau = -0.4114756
COCINAS	DIPTERA	Palmitato de etilo	Z = -1.0707 P = 0.2846 Tau = -0.2946278
COCINAS	DIPTERA	Heptadecanoato de metilo (Methyl margarate)	Z = -0.64204 P = 0.5208 Tau = -0.1767767
COCINAS	DIPTERA	Oleato de metilo	Z = -2.140771 P = 0.03234 Tau = -0.5892557
COCINAS	ARACHNIDA	Ácido acético	Z = -1.3587 P = 0.1742 Tau = -0.66667
COCINAS	ARACHNIDA	Ácido palmítico	Z = -0.67937 P = 0.4969 Tau = -0.3333
COCINAS	ARACHNIDA	Ácido esteárico	Z = 1.3587 P = 0.1742 Tau = 0.66666
COCINAS	BLATTODEA	Ácido acético	Z = -0.76847 P = 0.4422 Tau = -0.2503131
COCINAS	BLATTODEA	Ácido palmítico	Z = -0.76847 P = 0.4422 Tau = -0.2503131
COCINAS	BLATTODEA	Ácido esteárico	Z = -1.3833 P = 0.1666 Tau = -0.4505636
COCINAS	HYMENOPTERA	Ácido acético	Z = -0.43818 P = 0.6613 Tau = -0.1217161
COCINAS	HYMENOPTERA	Ácido palmítico	Z = -0.65727 P = 0.511 Tau = -0.1825742
COCINAS	HYMENOPTERA	Ácido esteárico	Z = -0.65727 P = 0.511 Tau = -0.1825
COCINAS	COLEOPTERA	Ácido acético	Z = 0.56663 P = 0.571 Tau = 0.1315903
COCINAS	COLEOPTERA	Ácido palmítico	Z = -0.9916 P = 0.3214 Tau = -0.2302831
COCINAS	COLEOPTERA	Ácido esteárico	Z = -0.9916 P = 0.3214 Tau = -0.2302831
COCINAS	DIPTERA	Ácido acético	Z = -0.42803

			P = 0.6686 Tau = -0.1178511
COCINAS	DIPTERA	Ácido palmítico	Z = -2.1401 P = 0.03234 Tau = -0.5892557
COCINAS	DIPTERA	Ácido esteárico	Z = -0.21401 P = 0.8305 Tau = -0.05892557
COCINAS	ARACHNIDA	Undecano	Z = -0.52223 P = 0.6015 Tau = -0.3333
COCINAS	ARACHNIDA	Tocoferol	Z = 0.52223 P = 0.6015 Tau = 0.3333
COCINAS	ARACHNIDA	Escualeno	Z = 0 P = 1 Tau = 0
COCINAS	BLATTODEA	Undecano	Z = 0.15369 P = 0.8779 Tau = 0.05006262
COCINAS	BLATTODEA	Tocoferol	Z = -0.67937 P = 0.4969 Tau = -0.33333
COCINAS	BLATTODEA	Escualeno	Z = 0.76847 P = 0.442 Tau = 0.2503131
COCINAS	HYMENOPTERA	Undecano	Z = -0.62725 P = 0.5305 Tau = -0.2057978
COCINAS	HYMENOPTERA	Tocoferol	Z = 0.40269 P = 0.6872 Tau = -0.1490712
COCINAS	HYMENOPTERA	Escualeno	Z = 1.0954 P = 0.2733 Tau = 0.3042903
COCINAS	COLEOPTERA	Undecano	Z = 0.88545 P = 0.3759 Tau = 0.2163527
COCINAS	COLEOPTERA	Tocoferol	Z = 1.1476 P = 0.2511 Tau = 0.4110393
COCINAS	COLEOPTERA	Escualeno	Z = -0.84995 P = 0.3954 Tau = -0.1973855
COCINAS	COLEOPTERA	Dihidrolanosterol	Z = -1.2247 P = 0.2207 Tau = -0.8164966
COCINAS	DIPTERA	Undecano	Z = -0.60764 P = 0.5434 Tau = -0.19518
COCINAS	DIPTERA	Tocoferol	Z = 1.0445 P = 0.2963 Tau = 0.4472136
COCINAS	DIPTERA	Escualeno	Z = -0.64204 P = 0.5208 Tau = -0.1767767
COCINAS	DIPTERA	Dihidrolanosterol	Z = -1.5667 P = 0.1172 Tau = -1
COCINAS	COLEOPTERA + DIPTERA	Tocoferol	Z = 7 P = 0.4833 Tau = 0.4
COCINAS	BLATTODEA +	Escualeno	Z = -1.2153

	COLEOPTERA		P = 0.2243 Tau = -0.39036
COCINAS	BLATTODEA + ARACHNIDA	Oleato de metilo	Z = -1.0835 P = 0.2786 Tau = -0.5477226

ANEXO 4. Para Bibliotecas: Reporte de herramienta anti plagio y declaración de originalidad y uso de IA

Mario Alberto Sosa Toche

Influencia de la dieta en la ecología química en cuatro poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus*.p

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:487210525

Fecha de entrega

26 ago 2025, 12:53 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

26 ago 2025, 12:57 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

Influencia de la dieta en la ecología química en cuatro poblaciones de *Aspidoscelis lineattissimus*.pdf

Tamaño del archivo

894.9 KB

80 páginas

18.558 palabras

104.013 caracteres



Página 1 de 90 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:487210525



Página 2 de 90 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:487210525

21% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 21% Fuentes de Internet
- 19% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Maestría en Ciencias en Ecología Integrativa MCEI	
Título del trabajo	Influencia de la dieta en la ecología química en cuatro poblaciones de <i>Aspidoscelis lineatissimus</i>	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Mario Alberto Sosa Toche	1040275d@umich.mx
Director	Irerí Suazo Ortuño	ireri.suazo@umich.mx
Codirector	Ernesto Raya García	tuataraya@hotmail.com
Coordinador del programa	Alberto Gómez Tagle Chávez	mae.cs.ecologia.integrativa@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	NO	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	NO	
Traducción a otra lengua	NO	
Revisión y corrección de estilo	NO	
Análisis de datos	SÍ	Como consulta de algunos comandos en R, sin proporcionarle las bases de datos.
Búsqueda y organización de información	NO	
Formateo de las referencias bibliográficas	NO	
Generación de contenido multimedia	NO	
Otro	NO	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Mario Alberto Sosa Toche 
Lugar y fecha	Morelia Michoacán a 18 de agosto de 2025