

Material Suplementario

Biogeografía de una invasión: distribución, sesgos y expansión de *Linepithema humile* en México

Diego López-Collar, César Maximiliano Vázquez-Franco, Diego Gil-Tapetado y Tania Escalante

Figura S1. Mapa de los registros (puntos en color rojo) de *Linepithema humile* en México pertenecientes a la Categoría B procedentes de iNaturalist. Estos registros deben ser entendidos como indicios de la posible presencia de *L. humile* y no como presencias confirmadas. Para más información ver el apartado *Procedencia y clasificación de los registros de presencia* en la sección de Material y métodos del manuscrito principal.

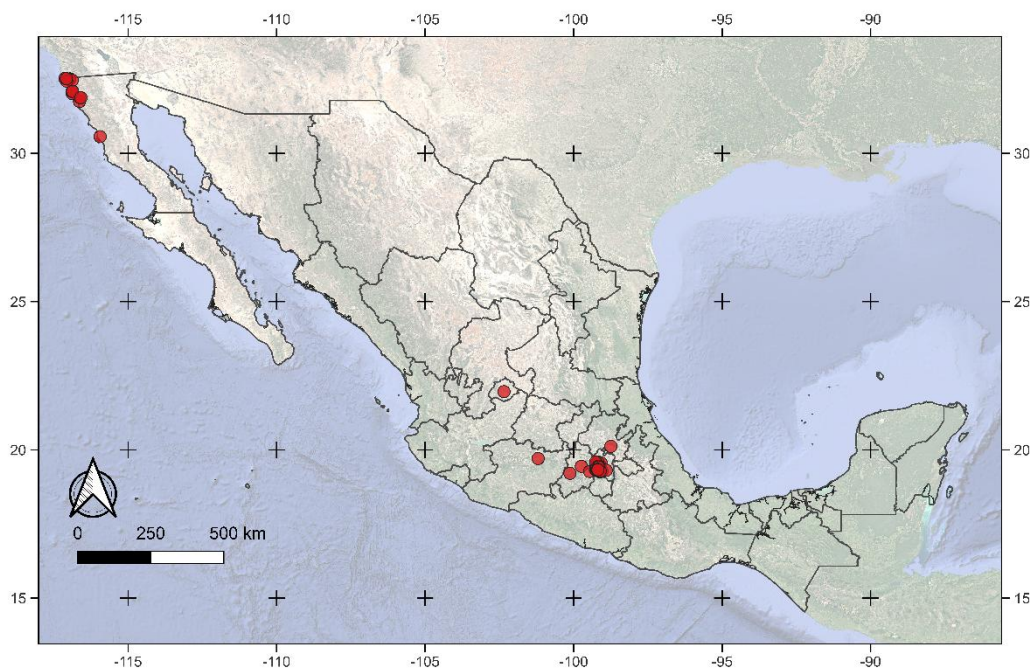
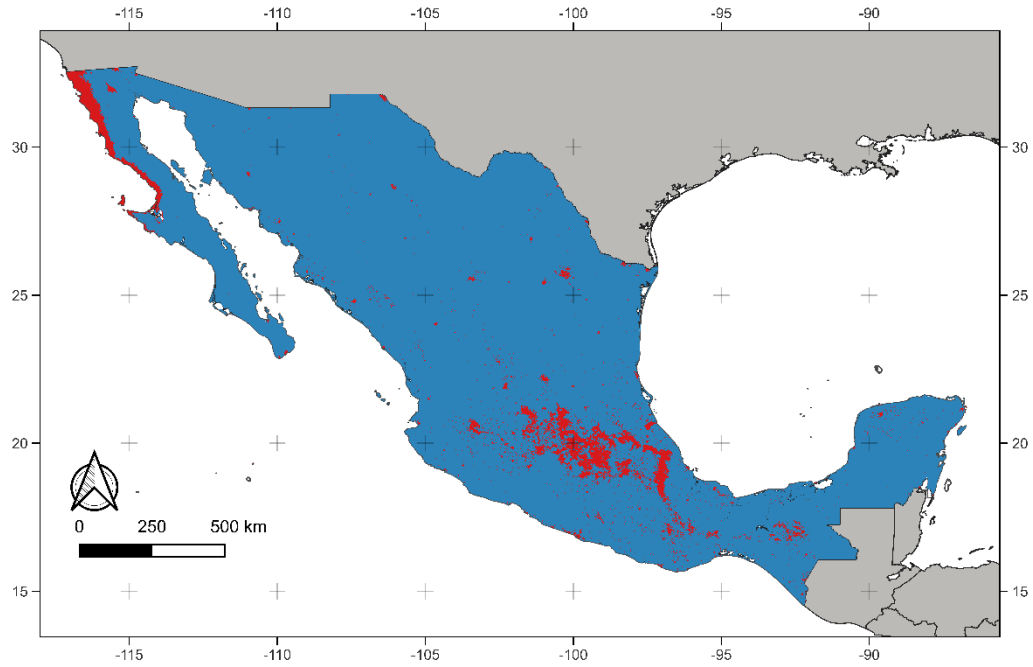


Figura S2. Representación del modelo binario de presencia/ausencia con un umbral de idoneidad de 0.5 bajo la métrica del *True Skill Statistic* (TSS).



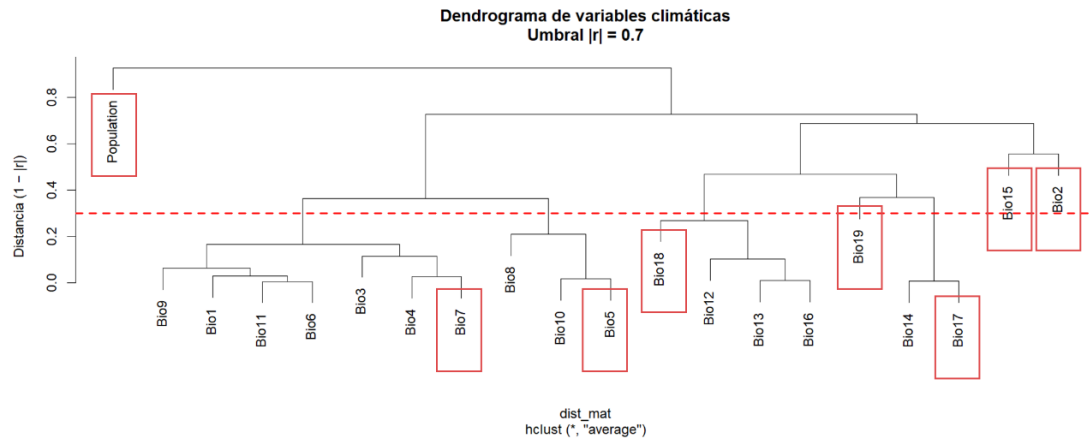


Figura S3. Dendrograma de disimilitud de las variables ecológicas utilizadas para la elaboración de los modelos de distribución potencial. Se incluye la densidad de población como proxy del grado de urbanización y las variables bioclimáticas de WorldClim: Temperatura Media del trimestre más seco (Bio9), Temperatura media anual (Bio1), Temperatura media en el trimestre más frío (Bio11), Temperatura mínima en el mes más frío (Bio6), Isotermalidad (Bio3), Estacionalidad de la temperatura (Bio4), Rango anual de temperatura (Bio7), Temperatura media del trimestre más húmedo, Temperatura media en el trimestre más cálido (Bio10), Temperatura máxima en el mes más cálido (Bio5), Precipitación en el trimestre más cálido (Bio18), Precipitación anual (Bio12), Precipitación en el mes más húmedo (Bio13), Precipitación en el trimestre más húmedo (Bio16), Precipitación en el trimestre más frío (Bio19), Precipitación en el mes más seco (Bio14), Precipitación en el trimestre más seco (Bio17), Estacionalidad de la precipitación (Bio15) y Rango medio diurno (Bio2). Las variables enmarcadas en rojo fueron seleccionadas para un análisis posterior. El resto fueron excluidas para evitar la multicolinealidad atendiendo a un coeficiente de correlación de Pearson > 0.7 y un análisis iterativo del factor de inflación de la varianza ($VIF > 5$).

Tabla S1. Primeras citas por año y estado de *Linepithema humile* en México. Se indica el colector, la colección a la que pertenecen las muestras y la referencia bibliográfica en las que constan. NHMUK - The Natural History Museum (UK); CAS - California Academy of Sciences; NAU-NAAC - Northern Arizona University, Arthropod Collection (EE.UU); UCDC - University of California, Davis (EE.UU); AVSC - A.V. Suarez Collection; ALWC - Alex L. Wild Collection LESM - Colección de Hormigas del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro (México); CZUG - Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara (México).

Año	Estado	Procedencia	Colector	Colección/Referencia
1965	Ciudad de México	Colección	N.L.H. Krauss	NHMUK (CAS)
1968	Chiapas	Colección	C.D. Johnson	NAU-NAAC
1968	Durango	Colección	C.D. Johnson	NAU-NAAC
1975	Estado de México	Colección	B. Villegas	UCDC (CAS)
1993	Hidalgo	Literatura	Autores	Quiroz-Robledo y Valenzuela-González, 1993
1998	Baja California	Colección	A.V. Suarez	AVSC (CAS)
1998	Baja California Sur	Colección	A.V. Suarez	AVSC (CAS)
2003	Veracruz	Literatura	Autores	López-Moreno et al., 2003; Valenzuela-González et al., 2008
2005	Guanajuato	Colección	J.C. Holley	ALWC
2010	Quintana Roo	Colección	Leopoldo Cutz-Pool	LESM; Castaño-Meneses, 2012
2015	Oaxaca	Literatura	Autores	Murguía-González et al., 2018
2016	Jalisco	Colección	Miguel Vásquez-Bolaños	CZUG; Dáttilo et al., 2019
2016	San Luis Potosí	Literatura	Autores	Rocha-Flores et al., 2018
2017	Michoacán	Colección	Miguel Vásquez-Bolaños	CZUG; Dáttilo et al., 2019

Tabla S2. Importancia de las variables a los diferentes modelos que forman parte del modelo nacional.

Modelo	Bio15	Bio19	Bio5	Bio7	Population
GAM	0.007	0.022	0.477	0.184	0.214
GBM	0.035	0.028	0.173	0.024	0.717
GLM	0.020	0.034	0.501	0.213	0.205
MAXNET	0.008	0.001	0.125	0.063	0.886
RF	0.063	0.075	0.111	0.104	0.387
Promedio	0.027	0.032	0.277	0.118	0.482
Desviación estándar	0.023	0.027	0.195	0.080	0.307

Tabla S3. Importancia de las variables en los diferentes modelos que forman parte del modelo con covariable (modelo global como covariable).

Modelo	Bio15	Bio19	Bio5	Bio7	Population	SDM.global
GAM	0.050	0.137	0.068	0.045	0.002	0.844
GBM	0.045	0.087	0.058	0.011	0.102	0.688
GLM	0.093	0.232	0.076	0.104	0.012	0.953
MAXNET	0.021	0.088	0.015	0.029	0.004	0.980
RF	0.042	0.044	0.045	0.051	0.045	0.262
Promedio	0.050	0.117	0.053	0.048	0.033	0.745
Desviación estándar	0.026	0.072	0.024	0.035	0.042	0.294

Tabla S4. Medidas de sensibilidad, especificidad y calibración del modelo con covariable testadas con las métricas Área Bajo la Curva ROC (AUC), el *True Skill Statistic* (TSS) y el Coeficiente kappa de Cohen (Kappa).

Métrica	Sensibilidad	Especificidad	Calibración
ROC	96.203	95.34	0.993
TSS	96.203	95.09	0.913
KAPPA	69.62	99.97	99.97

Tabla S5. Localización de los puntos y fecha de colecta de las muestras de *Linepithema humile* en la Ciudad de México para realizar las pruebas de agresividad. UCME: Colección de Entomología de la Universidad Complutense de Madrid.

Alcaldía	Colonia	Localización	Abreviatura	Latitud (°N)	Longitud (°E)	Fecha	Institución	Código colección
Álvaro Obregón	Olivar del Conde	Olivar del Conde	OC-OC	19.371473	-99.218119	15/III/2024	UCME	64996
Álvaro Obregón	San Ángel	Av. Altavista	SA-AL	19.348745	-99.193409	15/III/2024	UCME	64997
Azcapotzalco	Centro de Azcapotzalco	Catedral de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago	AZ-CAT	19.480586	-99.18566	20/III/2024	UCME	64998
Benito Juárez	Colonia del Valle Centro	Parque Arboledas	CV-PA	19.378906	-99.162857	13/III/2024	UCME	64999
Coyoacán	Ciudad Universitaria	Facultad Ciencias	CU-FC	19.32398	-99.18024	15/III/2024	UCME	65000
Coyoacán	La Concepción	Plaza de la Conchita	CO-CO	19.347264	-99.159052	15/III/2024	UCME	65001
Coyoacán	Romero de Terreros	C/ Cerro del Agua	RT-CA	19.339825	-99.172958	15/III/2024	UCME	65002
Cuajimalpa de Morelos	Santa Fe	Parque La Mexicana	SF-ME	19.355523	-99.274561	18/III/2024	UCME	65003
Cuauhtémoc	Roma Sur	Jardín Ramón López Velarde	RS-LV	19.409446	-99.155294	13/III/2024	UCME	65004
Gustavo A. Madero	Tepeyac Insurgentes	Parque Insurgentes Norte	TI-IN	19.488961	-99.121491	20/III/2024	UCME	65005
Iztacalco	Agrícola Oriental	Rtno. 2 de Sur 16	AO-S16	19.392173	-99.067616	17/III/2024	UCME	65006
Iztapalapa	Sector Popular	Calle Sur 103	SP-CS	19.369025	-99.118278	10/III/2024	UCME	65007
Miguel Hidalgo	Bosque de Chapultepec	Casa del Lago Juan José Arreola	BC-CL	19.422638	-99.185943	20/III/2024	UCME	65008
Xochimilco	Paseos del Sur	Paseos del Sur	PS-PS	19.274477	-99.122574	16/III/2024	UCME	65009

Tabla S6. Resultados de los cruces correspondientes a los tests de comportamiento. “IA” (interacción amistosa) implica que las hormigas se han respetado y por lo tanto se asume la pertenencia a una misma supercolonia. Aquellos cruces que no se pudieron realizar se indican con “SD” (sin datos). Las abreviaturas pueden consultarse en la tabla S5.

	RS-LV	CO-CO	CV-PA	SF-ME	SA-AL	CU-FC	BC-CL	TI-IN	AZ-CAT	AO-S16	SP-CS	RT-CA	OC-OC	PS-PS
RS-LV	-													
CO-CO	IA	-												
CV-PA	IA	SD	-											
SF-ME	IA	SD	IA	-										
SA-AL	IA	SD	IA	IA	-									
CU-FC	IA	IA	IA	IA	IA	-								
BC-CL	IA	SD	SD	SD	SD	IA	-							
TI-IN	IA	SD	SD	SD	SD	IA	IA	-						
AZ-CAT	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	-					
AO-S16	SD	SD	SD	SD	SD	IA	IA	SD	SD	-				
SP-CS	SD	SD	SD	SD	SD	IA	SD	SD	SD	SD	-			
RT-CA	SD	SD	SD	SD	SD	IA	SD	SD	IA	SD	SD	-		
OC-OC	SD	SD	SD	SD	SD	IA	SD	SD	IA	SD	SD	SD	-	
PS-PS	SD	SD	SD	SD	SD	IA	SD	SD	IA	IA	SD	SD	SD	-

BIBLIOGRAFÍA

- Castaño-Meneses, G. (2012). Primeros registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en suelos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en Xcalak, Quintana Roo, México. *Dugesiana*, 19(2), 113-116. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v19i2.4067>
- Dáttilo, W., Vásquez-Bolaños, M., Ahuatzin, D. A., Antoniazzi, R., Chávez-González, E., Corro, E. et al. (2019) Mexico ants: Incidence and abundance along the Nearctic-Neotropical interface. *Ecology*, 101, e02944. <https://doi.org/10.1002/ecy.2944>
- López-Moreno, I. R., Díaz-Betancourt, M. E. y Suárez Landa, T. (2003). Insectos sociales en ambientes antropizados: Las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. *Sociobiology*, 42(3), 604-622.
- Murguía-González, J., Leyva-Ovalle, O. R., Galindo-Tovar, M. E., Landero-Torres, I., Llarena-Hernández, R. C. y García-Martínez, M. Á. (2018). Nuevos registros de hormigas para Oaxaca, México: su importancia agrícola en cultivos de caña de azúcar. *Agrociencia*, 52(3), 379-391.
- Quiroz-Robledo, L. N. y Valenzuela-González, J. E. (1993). Contribución al conocimiento de la mirmecofauna del estado de Hidalgo, México (Hymenoptera: Formicidae). En Villavicencio-Nieto (Ed.), Flora y fauna del estado de Hidalgo (pp. 340-393). Universidad Autónoma de Hidalgo.
- Rocha-Flores, R., García-Martínez, O., Sánchez-Peña, S. y Villarreal-Quintanilla, J. (2018). La hormiga argentina *Linepithema humile*: Primer registro en *Opuntia* spp. para el estado de San Luis Potosí, México. *Southwestern Entomologist*, 43(3), 781-785. <https://doi.org/10.3958/059.043.0323>
- Valenzuela-González, J., Quiroz-Robledo, L. y Martínez-Tlapa, D. (2008). Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). En R. Manson, V., Hernández-Ortiz, S., Gallina y K. Mehlreter (Eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología A.C.-Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), 8. ISBN 970-709-112-6.