

Supervivencia de *Sarcoptes scabiei* fuera del hospedador y actividad acaricida in vitro de varios compuestos naturales

Jesús M. Pérez¹, Emiliano N. Jesser², Jorge O. Werdin², Colin Berry³, Mohamed Gebely^{3,4}, Raquel Crespo^{1,5}, José E. Granados⁶, Antonio J. López-Montoya⁷

¹ Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, s.n., E-23071, Jaén, Spain; ² Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, Bahía Blanca, B 8000CPB, Argentina; ³ School of Biosciences, Cardiff University, Museum Avenue, Cardiff, CF10 3AX, UK; ⁴ Department of Parasitology and Animal Diseases, Veterinary Research Institute, National Research Centre, Dokki, Giza 12622, Egypt ⁵ Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC-CSIC, UCLM, JCCM), Ronda de Toledo 12, E-13071, Ciudad Real, Spain; ⁶ Centro Administrativo Parque Nacional y Parque Natural Sierra Nevada, Carretera Antigua Sierra Nevada, Km 7, E-18071, Pinos Genil, Granada, Spain; ⁷ Department of Statistics and Operational Research, Jaén University, Campus Las Lagunillas, s.n., E-23071, Jaén, Spain

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales (principalmente la temperatura y la humedad relativa) afectan fuertemente la supervivencia de *Sarcoptes scabiei* cuando permanece fuera del hospedador y, por lo tanto, su habilidad para la transmisión indirecta, para expandirse, establecerse y persistir (<http://dx.doi.org/10.1080/01647954.2015.1109710>; <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2019.01.001>; DOI: 10.7589/2019-02-035; <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2021.08.003>).

El control de la enfermedad en poblaciones silvestres es un desafío. Aunque múltiples dosis de ivermectina subcutánea (200-400 µg/kg) es el tratamiento más utilizado (<https://doi.org/10.1186/s13071-019-3340-z>), su implementación con animales silvestres es complicada desde un punto de vista logístico. Además, esta estrategia de control puede tener efectos no deseados sobre otros organismos así como favorecer el desarrollo de resistencia por parte del ácaro (DOI: 10.1016/s0035-9203(00)90454-1), entre otros efectos "secundarios" (<https://doi.org/10.1186/s13071-020-04347-0>). El desarrollo de resistencia de *Sarcoptes scabiei* contra compuestos acaricidas incrementa (<https://doi.org/10.1086/421776>; <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-43>), por lo que es crucial desarrollar nuevos tratamientos de la enfermedad (DOI: 10.1001/archderm.140.5.563).

El objeto de este estudio es caracterizar la supervivencia de *Sarcoptes scabiei* a diferentes temperaturas y testar el potencial efecto acaricida de varios tratamientos con proteínas Bt Cry y de aceites esenciales en nanoformulaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las preparaciones de esporas/cristales de *Bacillus thuringiensis* and *Lysinibacillus sphaericus* se realizaron según <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2008.01667.x>, se recuperaron mediante centrifugación y se lavaron con agua destilada antes de ser liofilizadas y almacenadas a 4°C.

Asimismo se prepararon varias nanoformulaciones de aceites esenciales de menta y geranio en nanopartículas recubiertas de polietilenglicol (<https://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.9b06604>).

Ejemplares de cabra montés con sarna en estado de consolidación o crónico con lesiones afectando más del ≥ 50% de la superficie de la piel se seleccionaron como donantes de ácaros (Fig. 1). Para la extracción de ácaros se utilizaron placas Petri pintadas de negro except en un círculo central en el que, por medio de una lámpara emplazada debajo, se creaba un gradiente de temperatura, favoreciendo que los ácaros se concentrasen en el área central de la placa (J Parasitol., 1981; 67: 753-754) tras 10-12 hr ("overnight") de exposición a la lámpara (Figs. 2-3). El primer ensayo (incluyendo la extracción de ácaros y recuentos posteriores) se llevó a cabo a 12°C y 70% HR. Durante los 5 ensayos siguientes las placas se mantuvieron a 35°C y 45% HR. El número de placas control y de tratamientos aplicados en cada ensayo se incluyen en la Tabla 1. Tras un recuento inicial (de ácaros vivos y muertos), los ácaros vivos (aquellos mostrando algún movimiento) se contaron dos veces al día hasta la muerte de todos los ácaros.

La supervivencia de los ácaros sujetos a los distintos tratamientos se analizó mediante las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier (<https://doi.org/10.2307/2281868>). El test Log-rank test (https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6646-9_2) con la corrección de Bonferroni se aplicó para hacer múltiples comparaciones entre pares de curvas de supervivencia.

RESULTADOS – DISCUSIÓN

Los ácaros en las placas control sobrevivieron una media de 27,6 h. Como se esperaba, los ácaros mantenidos a 12°C sobrevivieron más que los que se mantuvieron a 35°C: 40,7 h y 31,2 h, respectivamente.

La supervivencia media de los ácaros en función de los distintos tratamientos se incluye en la Tabla 2.

Bt konkukian y **Nanogeranio 35** redujeron significativamente la supervivencia de los ácaros.

Sorprendentemente, el resto de los tratamientos no mostraron, al menos de forma aparente, eficacia acaricida. Esto podría deberse a que los ácaros no ingirieron los cristales o nanopartículas. Por este motivo es necesario ensayar nuevas estrategias de encapsulación de bacterias, esporas o proteínas Cry, con el objetivo de incrementar la ingestión de estos principios activos.

1

2

3

TRATAMIENTO	n	media	error estándar	mediana
CONTROL	11211	27,6	0,1077	26,2
Ls 2363 (0,0106 g)	2564	26,3	0,0504	26,2
Ls IAB 39 (0,0023 g)	278	33,0	0,4005	29,8
Bt israeliensis 4Q2 (0,0234 g)	488	26,4	0,1388	26,2
Bt higo T44001 (0,033 g)	1147	28,8	0,2713	26,2
Bt kurstaki HDI (0,044 g)	91	34,8	0,8064	29,0
Bt GP 138 (0,072 g)	8829	48,8	0,1339	47,0
Bt konkukian (0,0156 g)	2001	14,8	0,0690	13,8
Nano geranio (17,5 µg/cm ²)	1137	30,9	0,2069	27,0
Nano geranio (35 µg/cm ²)	8603	18,1	0,0826	13,8
Nano menta (70 µg/cm ²)	3744	40,5	0,1285	47,0

TABLA 2

TRATAMIENTO	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	ENSAYO 5	ENSAYO 6
CONTROL	1	2	2	2	2	2
Ls 2363 (0,0106 g)	1					
Ls IAB 39 (0,0023 g)				4		
Bt israeliensis 4Q2 (0,0234 g)	1					
Bt higo T44001 (0,033 g)	1	2				
Bt kurstaki HDI (0,044 g)		2				
Bt GP 138 (0,072 g)			2			
Bt GP 138 (lyophilized colony)						3
Bt konkukian (0,0156 g)			2			
Nano geranio (17,5 µg/cm ²)				2	2	
Nano geranio (35 µg/cm ²)			2		2	
Nano menta (70 µg/cm ²)						3

TABLA 1

