

CONTROL MICROCLIMÁTICO EN LOS DOMOS DE LA HORMIGA *TAPINOMA NIGERRIMUM* (NYL., 1886) (HYMENOPTERA, FORMICIDAE, DOLICHODERINAE)

V. CASTELLÓ, M. CORVILLO & R. MAICAS

Castelló, V., Corvillo, M. & Maicas, R.; 1984. Control microclimático en los domos de la hormiga *Tapinoma nigerrimum* (Nyl., 1886) (Hymenoptera, Formicidae, Dolichoderinae). *Misc. Zool.*, 8: 171-176.

Microclimatic thermoregulation in the nest-mounds of the ant Tapinoma nigerrimum (Nyl., 1886) (Hymenoptera, Formicidae, Dolichoderinae). The daily temperature rythms of the nest-mounds of the ant *Tapinoma nigerrimum* were studied with the aim of determining the ecological meaning of this type of construction. The research was carried out during February and March 1983.

A high positive correlation was found between the temperatures of the nest-mound and that of the ground, and a somewhat minor correlation between the latter and the temperature of the air (1.5 metres above ground level).

The results obtained upon measuring the temperature on four levels suggest that the construction of these nest-mounds implies and adaptative advantage for the species studied, since the constructions facilitate an intense calorific exploitation of solar radiation during the day, and make a microclimatic thermoregulation in accordance with its requirements possible.

(Rebut: 4-X-83)

Vicente Castelló, María Corvillo, Ramón Maicas, *Cát. de Fisiología animal, Fac. de Ciencias, Univ. de Córdoba, Córdoba, España.*

INTRODUCCIÓN

Los insectos sociales muestran una marcada homeostasis en la regulación de las poblaciones de sus colonias tanto en las proporciones de casta, como en el medio ambiente de sus nidos. Esta forma de conservación de una situación estable ha sido descrita por EMERSON (1956), como homeostasis social.

Desde el punto de vista estrictamente ecológico, el control térmico independiza a los organismos de las limitaciones impuestas por la temperatura externa. Esta manipulación del ambiente físico es una de las adaptaciones hacia el comportamiento social (WILSON, 1971). Una faceta de esta regulación microclimática es la que presentan aquellas especies de hormigas que construyen domos. Estas estructuras son acumulaciones, más o menos simétricas, de suelo rico en materia orgánica, con una serie de

galerías y cámaras en su interior que alberga a toda la colonia o parte de ella. En el caso de determinadas especies, estas estructuras no duran mucho tiempo, se derrumban con las lluvias y también se resquebrajan debido a una desecación excesiva. Los domos, en nuestro caso, se presentan de modo general al finalizar el invierno y comienzos de la primavera.

En algunas especies, los domos se presentan orientados en una dirección preferente, en el sentido de favorecer en alguna forma su termorregulación. Se ha encontrado para *Tapinoma nigerrimum* (CASTELLÓ et al., 1983), esta orientación definida. En el presente trabajo se pretende demostrar que la construcción de domos por esta especie, supone una ventaja en el sentido que la energía solar puede ser usada de una forma más efectiva en el calentamiento del nido.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

Se ha estudiado una población de la hormiga *Tapinoma nigerrimum*, situada en un pastizal próximo a Córdoba capital, en el sur de España. La vegetación de la zona está constituida principalmente por gramíneas, crucíferas, leguminosas y plantas de escaso porte.

El clima es de tipo mesomediterráneo con tres o cuatro meses cálidos y secos. La zona de estudio se encuentra a una altitud media sobre el nivel del mar de 130 m. El suelo se le puede encuadrar dentro de los regosuelos (C.E.B.A.C., 1971).

Metodología.

Se midieron las temperaturas de 132 domos de la hormiga *Tapinoma nigerrimum*, mediante un termómetro de termorresistencias de platino con una resolución de 0,1°C. Se anotaron también la temperatura ambiente, medida a 1,5 metros de altura sobre el suelo, la temperatura del aire a 0,30 m y la temperatura a nivel del suelo.

En la medida de la temperatura de los domos, se introducía una sonda, unida al termómetro, en la base de cada uno de los domos. Las muestras se tomaron a intervalos horarios desde antes de la salida del sol

hasta después del ocaso registrando medidas de temperatura en un total de doce horas por día y a lo largo de catorce días. El estudio se llevó a cabo durante los meses de febrero y marzo de 1983.

Con objeto de determinar el contenido de materia orgánica de los domos se tomaron muestras de los materiales con los que estas estructuras están construidas así como del suelo circundante en un radio de un metro. Para el análisis del contenido de materia orgánica se empleó el método de SIMS & HABY (1970), y en la determinación colorimétrica se utilizó un espectrofotómetro ultravioleta-visible a una longitud de onda de 600 milimicras.

En los test de hipótesis y pruebas de significación usamos el test no paramétrico de Wilcoxon (SIEGEL, 1956).

RESULTADOS

En la fig. 1, se muestran las distribuciones de frecuencias de la temperatura de los domos y la temperatura a nivel del suelo. La media, para los domos, es de 17,7°C. (mínima 4,3°C., máxima 31,7°C.; d.t. $\pm 6,78^\circ\text{C}$.), calculada con los datos de los catorce días. La temperatura media a nivel

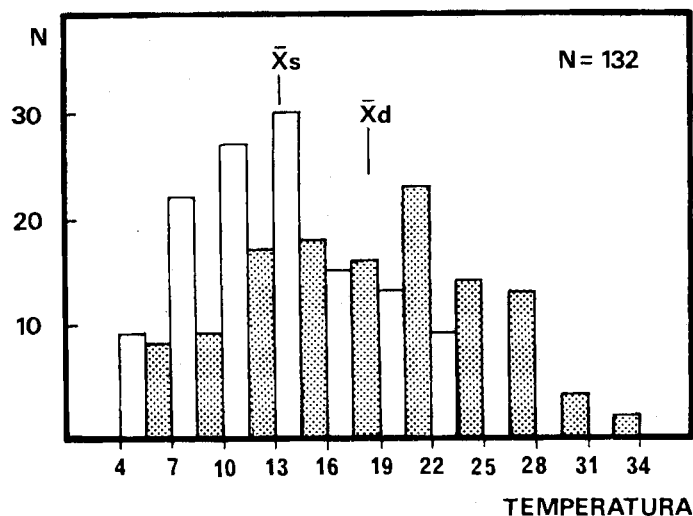
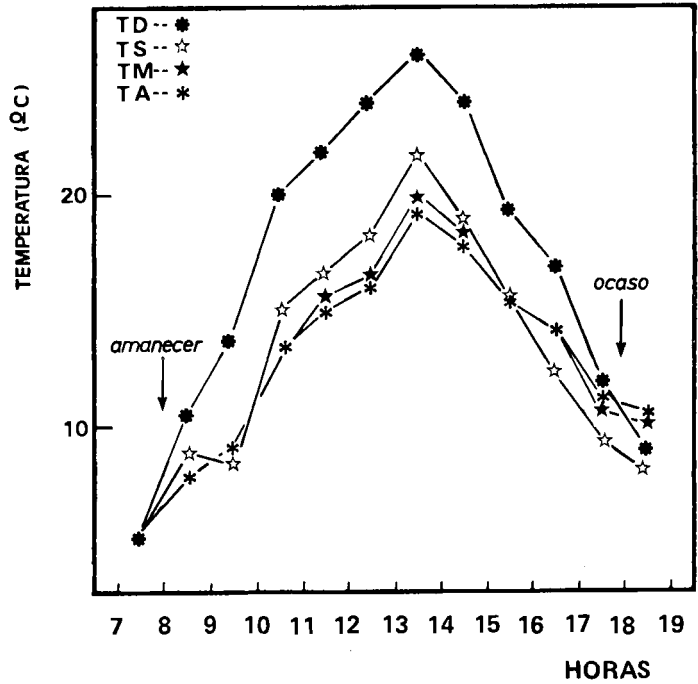


Fig. 1. Distribuciones de frecuencias de la temperatura de los domos (d), y temperatura a nivel del suelo (s).

Distribution of temperature frequencies in the nest (d) and on the ground (s).

Fig. 2. Variación diaria de las cuatro temperaturas medias: temperatura Domo (TD); temperatura a nivel del suelo (TS); temperatura del aire a treinta centímetros (TM); temperatura ambiente a un metro y medio (TA).

Daily variation of the four mean temperatures; nest temperature (TD); temperature at ground level (TS); air temperature at 30 cm of the ground (TM); air temperature at 150 cm of the ground (TA).



del suelo durante la época de estudio fué de 13,7°C. (mínima 4,1°C.; máxima 25°C.; d.t. $\pm 5,04^\circ\text{C}.$); para una altura de treinta centímetros, la temperatura media del aire fué de 13,4°C. (mínima 4,3°C.; máxima 20,4°C.; d.t. $\pm 4,38^\circ\text{C}.$); y para una altura de un metro y medio, la temperatura media del aire fué de 13,2°C. (mínima 4,6°C.; máxima 20,1°C.; d.t. $\pm 4,1^\circ\text{C}.$).

Existe una correlación positiva entre las temperaturas de los domos y la existente a nivel del suelo ($R = 0,93$; $P < 0,01$; $N = 132$), y entre las temperaturas de los domos y la temperatura ambiente, aunque algo menor ($R = 0,79$; $P < 0,01$; $N = 132$). Ambos valores revelan la importancia del substrato y del aire como fuentes de calor para los domos de esta hormiga.

En la fig 2, se ha representado la variación a lo largo del día de las cuatro temperaturas medias. De ella, podemos observar lo siguiente: antes de la salida del sol, no se observa una diferencia significativa entre las cuatro temperaturas; a partir de la salida del sol la temperatura de los domos empieza a

independizarse de forma gradual y rápida del resto de las otras temperaturas. En principio, entre las 08 h. y las 09 h. existe una diferencia entre la temperatura del domo y la temperatura a nivel del suelo ($P < 0,05$); a partir de estas horas y hasta el ocaso existe una diferencia neta entre ambas temperaturas ($P < 0,01$), no llegándose a igualar hasta después de la puesta de sol. La diferencia media entre ambas temperaturas, en las doce horas de estudio, fué de 4°C., y la diferencia máxima de 5,9°C. entre las 12 h. y las 13 h.

Entre las 13 h. y las 14 h., se llegan a alcanzar las temperaturas más altas, 26°C. para la temperatura media de los domos; 21,7°C. para la temperatura a nivel del suelo, 20°C. para la temperatura a treinta cm y 19,2°C. para la temperatura ambiente. A partir de este momento, todas las temperaturas comienzan a descender, si bien la temperatura de los domos se mantiene por encima de las del resto, hasta después de la puesta del sol en que todas las temperaturas se uniformizan.

En la fig. 3, se representa la tendencia

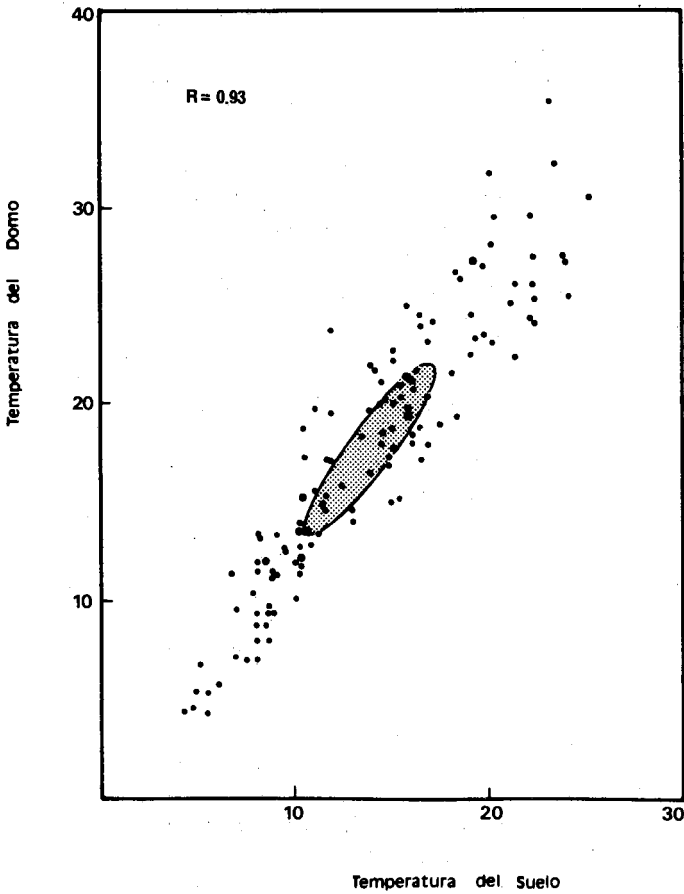


Fig. 3. Elipse de equiprobabilidad al 99,9% de confianza alrededor de las medias de las temperaturas de los domos y las temperaturas a nivel del suelo.

Equal probability ellipse (99,9% of confidence) around the mean temperatures of the nest and at ground level.

general entre la temperatura del domo frente a la temperatura a nivel del suelo. Se ha elaborado la elipse de equiprobabilidad ($P = 0,001$), alrededor de las medias, mediante el método de los ejes principales (TRUJILLO y CASTELLÓ, in press). Los intervalos de confianza al 99,9%, para las medias de las temperaturas de los domos y a nivel del suelo fueron $13,3^{\circ}$ - $22,1^{\circ}$ C. y $10,5^{\circ}$ - $17,0^{\circ}$ C., respectivamente.

Como resultados del análisis del contenido de materia orgánica de los domos, obtuvimos un valor del 3,8%, y para el suelo circundante del 2,8%, existiendo diferencia significativa ($P = 0,03$; $N = 9$), para ambos porcentajes.

DISCUSIÓN

Entre los distintos factores ambientales que constituyen las principales formas de presión selectiva y que determinan la extensión de la sociabilidad y la formación de sociedades en las especies, se encuentra la capacidad de modificación del medio ambiente (SOLBRIG & SOLBRIG, 1979). Entre los insectos sociales se encuentran una serie de especies que pueden modificar, en su favor, el medio ambiente que les rodea. Un ejemplo es el alto grado de control de la humedad y la temperatura que presentan los termites (LÜSCHER, 1961); así como la ventajosa regulación microclimática que presentan una

pequeña minoría de especies de hormigas que construyen domos (WILSON, 1971).

La construcción de domos, parece ser una forma de controlar ciertas variables del medio o al menos parece ofrecer una elasticidad de condiciones tales que capacite a los insectos a evitar ciertas condiciones extremas de los lugares que habitan tales como los referentes a la humedad y a la temperatura (EMERSON, 1938). Tales construcciones se encuentran en un amplio rango de hábitats, pero donde fundamentalmente son más comunes es en hábitats sujetos a condiciones extremas.

HUBER (1810), fué el primero que sugirió que la principal función de los domos es la regulación microclimática. Los principales estudios encaminados a tratar de conocer las características externas y significado ecológico adaptativo de los domos han sido los de ANDREWS (1927), en *Formica exsectoides*; WELLENSTEIN (1928), en *Formica rufa*; STEINER (1929), en *Formica rufa* y *Formica exsecta*; KATÓ (1939), *Formica yessensis*; RAIGNIER (1948), en *Formica polyctena* y SCHERBA (1959; 1962), en *Formica ulkei*.

Globalmente, estos estudios indican que la ventaja de los domos es que la energía procedente del sol puede usarse de una forma más efectiva para el calentamiento del nido que aquellos que no poseen estas estructuras.

El estudio de las construcciones externas, llevadas a cabo por las hormigas, es importante para conocer su ecología y comportamiento. Con nuestro trabajo, tratamos de iniciar un capítulo importante en el estudio de la biología de *Tapinoma nigerrimum*, como es su comportamiento ecológico.

Tapinoma nigerrimum, eleva sus montones cónicos de tierra de forma que interceptan un máximo de rayos solares y la temperatura de los hormigueros supera así a la del suelo inmediato.

En nuestro estudio hemos encontrado que la temperatura de los domos de la hormiga *Tapinoma nigerrimum*, es de unos 4°C. de media, por encima de la temperatura a nivel del suelo. La temperatura bajo el

domo, en el caso de nidos de *Lasius niger* y *Formica fusca*, es de 3° a 7°C. por encima de la temperatura del medio que les rodea (CLOUDSLEY-TOMPSON & SANKEY, 1958; STEINER, 1929).

De esta forma, la construcción de este tipo de estructuras proporciona una clara ventaja termorreguladora, ya que con su gran inercia térmica, permite mantener en la colonia temperaturas de unos 17°C. al atardecer, cuando la temperatura media ambiente es de unos 14°C.

En otro sentido, observando el primer tramo de la fig. 2, podríamos deducir que el rápido incremento de la temperatura de los domos en las primeras horas de la mañana sólo puede ser debido a un proceso de helio-termia, que permite alcanzar temperaturas de 20°C., entre las 10 h. y las 11 h. mientras que la del substrato aún no alcanza los 15°C.

A partir de las horas del mediodía, si bien la temperatura de los domos comienza a descender, se mantiene por encima de la temperatura ambiente, posiblemente gracias a esa inercia térmica acumulada en la primera mitad del día. La temperatura de los domos no llegará a homogeneizarse con el resto de las temperaturas hasta después de la puesta del sol.

Por otro lado, la mayor concentración de materia orgánica encontrada en los materiales de construcción de los domos, con respecto al substrato que les rodea, lleva consigo una mayor capacidad en la retención de humedad (WILSON, 1971), y como consecuencia, esto permite soportar temperaturas más altas.

Todas estas variaciones diarias de las condiciones microclimáticas, parecen ofrecer en principio una situación menos favorable; sin embargo, DUMPERT (1981), sugiere que todo ello proporciona a las hormigas la posibilidad de seleccionar cual de las condiciones son más favorables dentro de un espectro de posibilidades.

Se ha observado una migración vertical en el transporte, por parte de las obreras, de las larvas. Así, se observa un flujo ascendente en las primeras horas de la mañana y descendente a la caída del sol. Este cambio de posi-

ción a las larvas, de un sitio a otro en respuesta de variaciones de humedad y temperatura ha sido puesto de manifiesto por WHEELER (1910). De acuerdo con estos resultados parece existir una correlación entre los cambios térmicos ambientales y las respuestas del comportamiento de las hormigas que llevan a cabo este tipo de construcciones.

RESUMEN

Se estudió el ritmo diario de temperaturas en los domos de la hormiga *Tapinoma nigerrimum*, con objeto de conocer el significado ecológico de este tipo de construcciones. El estudio se llevó a cabo durante los meses de febrero y marzo de 1983.

Se halló una elevada correlación positiva entre la temperatura del domo y la del suelo y una correlación algo menor entre aquélla y la que había a temperatura ambiente (1,5 m por encima del nivel del suelo).

Los resultados obtenidos al medir la temperatura a cuatro niveles sugieren que la construcción de estos domos supone una ventaja adaptativa para la especie en estudio, pues tales construcciones le facilitarían un intenso aprovechamiento calorífico de la radiación solar a lo largo del día y le posibilitarían una termorregulación microclimática de acuerdo con sus necesidades.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a María y Curro Castelló, su asistencia y ayuda en nuestro trabajo de campo. Al profesor Juan Gil Torres, por su asistencia y ayuda en los análisis de contenido de materia orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

ANDREWS, E.A., 1927. Ant-mounds as to temperature and sunshine. *Journal of Morphology and Physiology*, 44(1): 1-20.

CASTELLÓ, V., MAICAS, R. & CORVILLO, M., 1983. La orientación de los domos de la hormiga *Tapinoma nigerrimum* (Nyl., 1886) (Hymenoptera, Formicidae, Dolichoderinae). *Actas de la I Reunión Ibérica de Entomología*, León: 159-165.

C.E.B.A.C., 1971. *Estudio Agrobiológico de la Provincia de Córdoba*. Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. XVIII + 401 pp.

CLOUDSLEY-TOMPSON, J.L. & SANKEY, H.P., 1958. *Entomol. Month. Mag.*, 94, 43-47.

DUMPERT, K., 1981. *The Social Biology of Ants*. Pitman Advanced Publishing Program. London. IV + 298 pp.

EMERSON, A.E., 1938. Termite-nest-a study of the phylogeny of behavior. *Ecological Monograph*, 8(2): 247-284.

— 1956. Regenerative behavior and social homeostasis in termites. *Ecology*, 37(2): 248-258.

HUBER, P., 1810. *Recherches sur les mœurs des fourmis indigènes*. J.J. Paschoud. Paris. XVI + 328 pp.

KATÓ, M., 1939. The diurnal rhythms of temperature in the mound of an ant, *Formica truncorum truncorum* var. *yesseni* Forel, widely distributed at Mt. Hakkōda. *Science Reports of the Tôhoku Imperial University*, 14(1): 53-64.

LUSCHER, M., 1961. Air-conditioned termite nest. *Scientific American*, 205(1): 549-563.

RAIGNIER, A., 1948. L'économie thermique d'une colonie polycalique de la fourmi des bois (*Formica rufa polycytena* Foerst). *La Cellule*, 51(3): 279-368.

SCHERBA, G., 1959. Moisture regulation in mound nest of the ant, *Formica ulkei*. *American Midland Naturalist*, 61(2): 499-508.

— 1962. Mounds temperatures of the ant *Formica ulkei* Emery. *American Midland Naturalist*, 67(2): 373-385.

SIEGEL, S., 1956. *Nonparametric Statistics*. McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd. London. XVII + 312 pp.

SIMS, J.R. & HABY, V.A., 1970. Simplified colorimetric determination of soil organic matters. *Soil Science*, 112: 137-141.

SOLBRIG, A.T. & SOLBRIG, D.J., 1979. *Introduction to Population Biology & Evolution*. Addison-Wesley Publishing Company. London. XII + 468 pp.

STEINER, A., 1929. Temperaturuntersuchungen in Ameisennestern mit Erskupplern, in Nest von *Formica exsecta* Nyl. und in Nestern unter Steinen. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, 9(1): 1-66.

TRUJILLO, J. & CASTELLÓ, V., (in press). Cálculo de ejes principales y regiones de confianza. Un programa en lenguaje BASIC. *Archivos de Zootecnia*.

WELLESTEIN, G., 1928. Beiträge zur Biologie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.), unit besonderer Berücksichtigung klimatischer und fürstlicher Verhältnisse. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 14: 1-68.

WHEELER, W.M., 1910. *Ants: Their structure, development and behavior*. Columbia University Press. New York. XXV + 663 pp.

WILSON, E.O., 1971. *The Insect Societies*. Harvard University Press. Cambridge, London. X + 548 pp.