



Palabras clave: Termitidae, disposición espacial, Corrientes

Key words: Termitidae, spatial distribution, Corrientes

Disposición espacial de termiteros de *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) en sitios puntuales de muestreo

Enrique R. Laffont; Gladys J. Torales;
Eduardo Porcel y Juan M. Coronel

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y
Agrimensura. Universidad Nacional del
Nordeste. 9 de Julio 1449.
3400-Corrientes (Argentina)

RESUMEN

Se analizó la disposición espacial de *Cornitermes cumulans* (Kollar) en dos termitales localizados en Udipsammentos árgicos de la localidad de Saladas (Dpto. Saladas, provincia de Corrientes, Argentina) mediante la aplicación del método del cuadrado (100 m x 100 m) subdividido en 100 cuadrículas de 100 m². En cada cuadrícula se registró el número de termiteros, ubicación, dimensiones y condiciones de habitabilidad por la especie constructora. El análisis estadístico se efectuó mediante el ajuste a la distribución de Poisson, distancia al vecino más cercano y Ley de la Potencia de Taylor. Los resultados indican que los termiteros en los sitios de muestreo se disponen de manera aleatoria lo cual implicaría en ambos predios condiciones similares para la colonización y la ausencia de interacciones intraespecíficas negativas. La ausencia de autocorrelación espacial confirmaría también la disposición al azar. La densidad de termiteros habitados fue de 33 y 86 montículos por hectárea.

ABSTRACT

Spatial distribution of Cornitermes cumulans (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) mounds, at definite sampling sites

The spatial distribution of C. cumulans (Kollar) mounds, was analyzed in two sites situated on Udipsamments argic of the locality of Saladas (Saladas Department, province of Corrientes, Argentina). The quadrat method was applied in areas of 100 m x 100 m, subdivided into 100 m² quadricles. The number, dimensions and position of the mounds were registered on each quadricle. Habitability conditions by the mound-building species, were also recorded. Statistical analyses were carried out by means of adjustment to the Poisson distribution, nearest neighbour distance and Taylor power law. The result showed that mounds were randomly distributed. This would imply similar conditions for colonization and the absence of negative intraspecific interactions. The random distribution would be confirmed by the absence of spatial autocorrelation. The density of inhabited mounds were of 33 and 86 mounds/ha.



INTRODUCCION

Las nidificaciones de los isópteros son consideradas como una característica de su organización social, y aunque difieren ampliamente dependiendo de la especie y del hábitat donde se han instalado, pueden ser reunidas en dos grupos (Baroni-Urbani *et al.*, 1978). El primero de ellos comprende a las termitas directamente asociadas con el suelo, cuyos nidos son enteramente subterráneos o bien poseen una primera etapa que es hipógea, para sobresalir luego como montículos de forma variada. El segundo grupo está integrado por las termitas que nidifican en las partes aéreas de los árboles, excavando sus celdas y galerías directamente en la madera o construyendo un nido que aparece externamente adherido al tronco o ramas principales (Torales *et al.*, 1988).

Los nidos de *Cornitermes cumulans* (Kollar) se incluyen en la segunda alternativa del primer grupo. Inicialmente construidos bajo tierra, mediante importantes cambios estructurales (Grassé, 1958) se transforman finalmente en un nido epígeo, no obstante lo cual el sector hipógeo continúa representando una parte importante que alberga, en su totalidad o parcialmente, la cámara de cría.

En la provincia de Corrientes, estos nidos confieren una fisonomía particular al paisaje y se observan en las dos grandes regiones naturales de la provincia (Carnevali, 1994), la Gran Región Occidental (Lomadas arenosas) y la Gran Región Oriental (colinas y llanuras del Nordeste).

En la literatura nacional no hemos hallado antecedentes acerca del estudio de la disposición de poblaciones en isópteros, de modo que nuestro trabajo constituye la primera contribución al respecto. En relación con *C. cumulans*, Torales (1982-84) y Ferrigno y Torales (1996) dieron a conocer algunos aspectos de su comportamiento; Redford (1984) trata el rol de los termitarios de esta especie y aporta datos sobre su densidad y Forti y Andrade (1995) brindan información sobre la densidad y estimación de sus poblaciones.

En lo que concierne a otras especies de termitas, Sands (1965) detecta tendencia a la agregación en la disposición de nidos de *Trinervitermes ebnerianus*. Wood y Lee (1971) hallan tendencia a la regularidad en nueve de diez lotes de montículos, que corresponden a termitas cosechadoras y forrajeras comunes en Australia, mientras que el lote restante muestra una distribución aproximadamente al azar, y mencionan una marcada uniformidad en poblaciones

de *Amitermes vitosus* en el norte de Australia, haciendo notar que en el caso de *Nasutitermes exitiosus*, la disposición varía de aleatoria a ligeramente agregada y hasta uniforme, dependiendo de las condiciones del sitio.

Nel y Malan (1974) hallan tendencia a la agregación en montículos de *Trinervitermes trinervoides* y Haverty y Nutting (1975) observan lo mismo en cinco especies de termitas forrajeras. Domingos (1985) al analizar la ordenación de nidos de *Armitermes euamignathus* y *A. festivellus* nota que ésta varía en diferentes tipos de ambientes, presentándose como agregada, regular y al azar. Spain *et al.* (1986) al examinar los modelos espaciales de montículos construidos por termitas cosechadoras y forrajeras, en distintas localidades de Australia, encuentran que la disposición tiende a la regularidad y a la agregación. La disposición de nidos y su densidad cambian fundamentalmente en función del clima, el suelo, la vegetación, la competencia por el espacio y el alimento y el manejo del suelo.

MATERIAL Y METODOS

El estudio de la disposición espacial de *C. cumulans* (Termitidae, Nasutitermitinae) se llevó a cabo en dos termitales localizados en entosoles y media loma (lomas arenosas rojizas) de la localidad de Saladas (28° 16' S, 58° 37' W, Departamento Saladas, provincia de Corrientes) que se identificaron como campo A y campo B.

Ambos predios son utilizados como potreros de bovinos; el suelo corresponde a la categoría Udipsamientos árgicos; crecen en el sitio además de *Schizachyrium bimucronatum* y *Briza erecta*, *Aspilia montevidensis*, *Senecio grisebachii*, *Stenachanthe riedelii*, *Chamaesyce selloi*, *Euphorbia papillosa*, *Desmodium incanum*, *Macroptilium prostratum*, *Mimosa oligophylla*, *Acicarpa tribuloides*, *Galianthe centranthoides*, *Mitracarpus megapotamicus*, *Hexachlamys humilis*, *Oxyptalum* sp., *Turnera sidoides*, *Waltheria douradinha*, *Wissadula glechomafolia* y *Pavonia subrotunda*. El clima correntino puede definirse como mesotermal o subtropical, con temperaturas estivales e invernales relativamente elevadas y escasa variación anual; las heladas son poco frecuentes; la principal característica del régimen pluvial es su irregularidad estacional: la época de mayores precipitaciones es el otoño y la estación más seca es el invierno. Los períodos de escasez de lluvia, realmente importantes, ocurren cada 10 años (Carnevali, 1994).

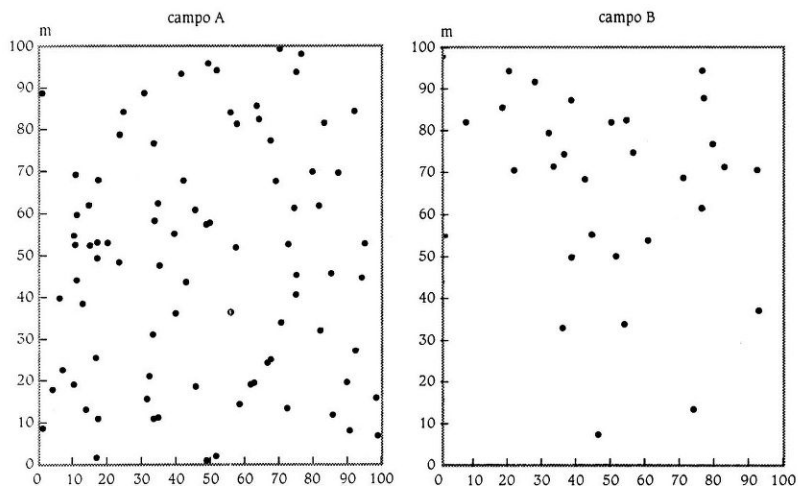


Figura 1
Disposición espacial de *C. Cumulans*

De los métodos considerados por Baroni-Urbani *et al.*, (1978) se eligió el método del cuadrado, delimitándose una superficie de 100 m x 100 m que incluía la totalidad de los termiteros en el área. El cuadrado se subdividió en 100 cuadrículas contiguas de 100 m² y en cada una de ellas se registró el número de termiteros, su ubicación, dimensiones y características (contorno, altura, forma, color) y las condiciones de habitabilidad por la especie constructora.

La disposición espacial de los termiteros habitados se analizó: a) mediante el ajuste del número de termiteros por cuadrícula a la distribución de Poisson, sobre una muestra de 100 cuadrículas de 100 m², generada por simulación de computadora. Se calculó la razón variancia/media y su correspondiente prueba ($\chi^2 = s^2 (n-1) / x$); b) aplicando el método de distancia al vecino más cercano (Sinclair, 1985) y, dado que de acuerdo a Ebdon (1976) el método del vecino más cercano presenta tendencia a encontrar disposiciones significativamente dispersas, se aplicó también la Ley de la Potencia de Taylor (Taylor, 1961) la cual establece que la variancia de una población es proporcional a la potencia fraccionaria de la media

aritmética: $\sigma^2 = a \cdot u^b$ de donde $\log \sigma^2 = \log a + (b \cdot \log u)$. El parámetro b es un índice de dispersión que varía desde 0 para una disposición regular, 1 si es aleatoria e infinito cuando resulta altamente contagiosa.

El valor b se estimó para 50 muestras simuladas por computadora y se probó la hipótesis $H_0: b = 1$ con la prueba t de student, con $\alpha = 0,05$.

También se calcularon el índice de vecindad R, siendo R la distancia media observada al vecino más próximo/la distancia media esperada bajo el supuesto de disposición al azar, y el coeficiente de dispersión (a), como $m = a/r$ (Lee y Wood, 1971), donde m = densidad y r la distancia media observada. El volumen de los termiteros se determinó como:

$$V = (2/3)\pi \cdot r^3$$

siendo r = radio de la base del nido cuyo contorno se midió. La densidad fue estimada como el número de termiteros por ha.

Para verificar la existencia de autocorrelación espacial, se utilizó la estadística de conteos conjuntos (Upton y Fingleton, 1985) determinándose en cada una de las 100 cuadrículas la presencia de termiteros

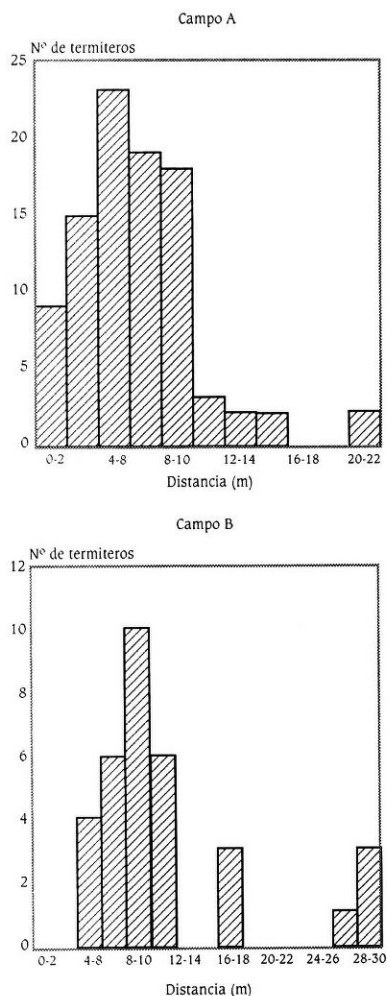


Figura 2

C. Cumulans. Distancia al vecino más cercano

y la presencia de termiteros habitados; en caso de confirmarse estas alternativas, las cuadrículas se consideraron positivas (Fig. 4, cuadrículas negras). Posteriormente se contó el número de fronteras entre cuadrículas negras y blancas, y se calcularon los valores esperados y variancias del número de fronteras negras/blancas, tanto para la autocorrelación espacial en sentido vertical-horizontal, como para la autocorrelación espacial en sentido diagonal. Luego se ensayó la ausencia de autocorrelación espacial con la estadística $z: bw - E(bw) / \sqrt{\text{Var}(bw)}$ siendo, de acuerdo a Upton y Fingleton (1985): bw : nº de fronteras negras/blancas; b : nº de cuadrículas negras (positivas); w : nº de cuadrículas blancas (negativas); n : nº total de cuadrículas; $n = b + w$.

Autocorrelación en sentido horizontal-vertical: En este caso,

$$E(bw) = 4b.w/c(c+1)$$

$$\text{Var}(bw) = \frac{1}{4} \left((S_1 T_1 / 2n(n-1) + (S_2 - 2S_0)(T_2 - 2T_1) / 4n(n-1)(n-2) + (S_0^2 + S_1 - S_2)(T_0^2 + T_1 - T_2) / n(n-1)(n-2)(n-3) - (S_0 T_0 / 2n(n-1))^2 \right)$$

$$\text{siendo } S_0 = 4c(c-1); S_1 = 2S_0; S_2 = 16(4c^2 - 7c + 2);$$

$$T_0 = 2b.w; T_1 = 2T_0; T_2 = 4n.b.w$$

y donde c es el nº de cuadrículas por lado, cuando las áreas en estudio son cuadradas (en el presente estudio $c = 10$)

Autocorrelación en sentido diagonal: En este caso,

$$E(bw) = 4b.w(c-1)/c^2(c+1); S_0 = 4(c-1);$$

$$S_1 = 2S_0; S_2 = 16(2c-3)^2$$

RESULTADOS

Campo A: El número de termiteros fue 142; 61% se encontró habitado por *C. cumulans* y el resto abandonado e invadido por otras termitas de la misma familia (Termitidae, Apicotermitinae). La posición de los termiteros habitados se indica en la Fig. 1 (A).

El contorno basal promedio de los termiteros habitados fue de 2,64 m, con $s = 0,67$ m; una altura media de 0,48 m con $s = 0,20$ m y volumen medio de 0,18 m³ con $s = 0,14$ m³.

El número de termiteros habitados, por cuadrícula, mostró un buen ajuste a la distribución de Poisson ($\chi^2 = 3,301$ $p = 0,35$ g.l. = 3). La prueba para la razón variancia media, confirmó la hipótesis de una disposición al azar ($\chi^2 = 81,9$ $p = 0,57$ g.l. = 85).

La distancia media al vecino más cercano (Fig. 2 A)



fué de 6,09 m, con $s = 3,41$ m; un mínimo de 1,07 m y un máximo de 21,83 m. La prueba de hipótesis sobre la distancia media arrojó un valor $C = 2,30$, siendo $C_c = 1,645$ ($p < 0,05$). Este resultado indicaría que los termiteros se disponen de manera dispersa. El coeficiente de dispersión "a" dio un valor de 0,32, el cual, de acuerdo a Lee & Wood (1971) implicaría también una disposición dispersa o regular. La misma observación surge de la aplicación del índice de vecindad, donde $R = 1,13$, siendo $R_c = 1,09$ ($p < 0,05$). Obviamente, estos resultados contradicen los obtenidos mediante el ajuste a la distribución de Poisson. Teniendo en cuenta la opinión de Ebdon (1976) y Sinclair (1985) respecto al método del vecino más cercano, se aplicó la Ley de la Potencia de Taylor obteniéndose un valor de $b = 0,927$, y la prueba de significación siendo $t = 0,33$ y $p = 0,37$, lo cual confirmaría la hipótesis de disposición al azar (Fig. 3).

La densidad de termiteros habitados fue de 86 por hectárea.

Campo B: El número de termiteros fue 72, de los cuales 45,8% estaban habitados por *C. cumulans* y el resto abandonados o destruídos. La posición de los nidos habitados se indica en la Fig. 1 (B).

Los valores promedio obtenidos para el contorno basal, altura y volumen de los termiteros habitados fueron, en el orden citado, 2,21 m con $s = 0,58$; 0,36 m con $s = 0,20$ m y 0,109 m³ con $s = 0,07$ m³.

En este campo, también el número de termiteros habitados por cuadrícula mostró un buen ajuste a la distribución de Poisson ($\chi^2 = 2,24$ $p = 0,52$ g.l. = 3) y la prueba para la razón variancia/media confirmó la hipótesis de disposición aleatoria ($\chi^2 = 94,65$ $p = 0,60$ g.l. = 99).

La distancia media al vecino más cercano (Fig. 2 B) fue de 11,32 m con $s = 7,23$ m; mínima 4,25 m y

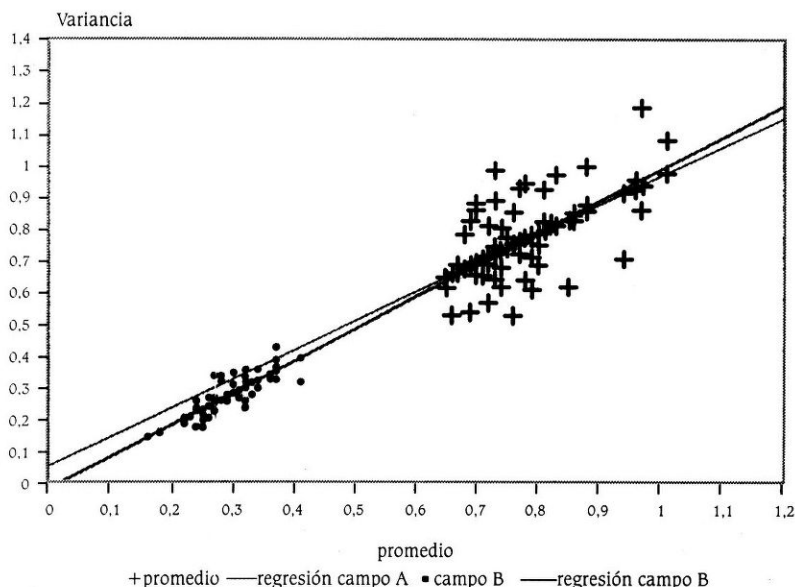


Figura 3
C. cumulans: Regresión de $\log S^2$ en $\log x$.



máxima 29,46 m. En la prueba de hipótesis sobre la distancia media se obtuvo un valor de $C = 3,30$ siendo $C_c = 1,645$ ($p = 0,05$).

El coeficiente de dispersión "a" dio un valor de 0,42, el cual indica disposición dispersa (Lee & Wood, 1971).

Para el índice de vecindad se obtuvo $R = 1,30 > R_c = < 1,15$ ($p < 0,05$).

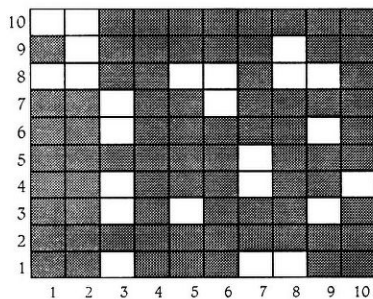
Tal como sucedió con el análisis de datos del campo A, estos resultados nuevamente implican una contradicción con los que surgen mediante el ajuste a la distribución de Poisson, puesto que estarían

indicando la disposición regular de los termiteros. Aplicando la Ley de la Potencia de Taylor y la prueba de significación se confirmó la hipótesis de disposición aleatoria ($b = 1,014$; $t = 0,0164$ $p = 0,49$) (Fig. 3).

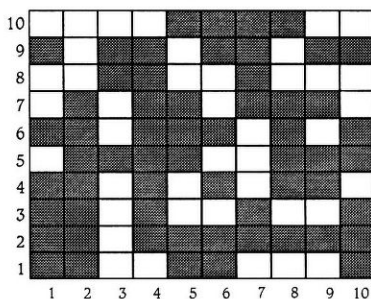
No se halló autocorrelación espacial en sentido horizontal, vertical o diagonal en ninguno de los campos en estudio, tanto para la presencia de termiteros como para la de termiteros habitados (Cuadro 1, Fig. 4). La densidad de termiteros habitados fue de 33 por hectárea.

a) Termiteros

campo A

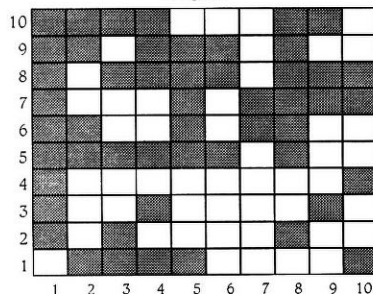


campo A

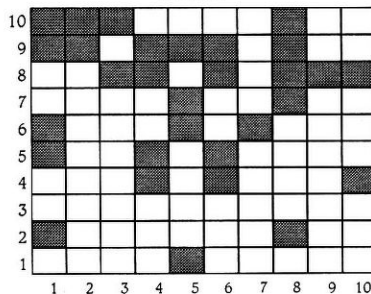


b) Termiteros habitados

campo B



campo B



■ presencia □ ausencia

Figura 4

a) Termiteros y b) Termiteros habitados de *C. cumulans*.



Cuadro 1:
Autocorrelación espacial

Campo	Variable	Autocorrelación	z	P
A	Termiteros	horiz/vert	0,60	0,72
		diagonal	1,95	0,05
	termiteros habitados	horiz/diagonal	0,11	0,91
		diagonal	1,26	0,21
B	Termiteros	horiz/vert	1,85	0,64
		diagonal	0,34	0,74
	Termiteros habitados	horiz/diagonal	0,88	0,38
		diagonal	0,48	0,63

DISCUSION

La disposición espacial de termiteros puede ajustarse a cualquiera de los tres modelos conocidos: agregada, regular o al azar. Diversos factores han sido postulados como explicación de estos modelos; Wood y Lee (1971) consideran que la homogeneidad o heterogeneidad del sitio colonizado, determina la variación en la disposición de montículos de *N. exitiosus*; Nel y Malan (1974) estiman que la vegetación, las condiciones del suelo, o ambos, son responsables de los agrupamientos observados para *Trinervitermes trinervoides*; Domingos (1985) halla que los diferentes tipos de ambientes inciden en la disposición de montículos de dos especies de *Armitermes* y que, de acuerdo con esto, la disposición varía, presentándose los tres modelos. Spain *et al.*, (1986) hacen notar la improbabilidad de que la disposición regular resulte de la variabilidad del sitio pero, en contraste, la distribución agregada bien puede surgir de una heterogeneidad asociada a factores biológicos.

En el caso de *C. cumulans*, obtuvimos resultados conflictivos con los diferentes métodos que se utilizaron en el análisis de datos, pero al aplicar la Ley de la Potencia de Taylor para resolver esta contradicción y discernir el modelo de disposición, este resultó nuevamente al azar, por lo cual aceptamos esta hipótesis. La disposición al azar, indicaría que ambos predios (A y B) reúnen condiciones apropiadas y similares de habitabilidad en el área colonizada por la especie, y que la presencia de algunos termiteros no afecta la ubicación de otros, ni se manifiestan interacciones

intraespecíficas negativas. Asimismo, los resultados obtenidos en el análisis de autocorrelación espacial, confirman la hipótesis de disposición al azar de los termiteros de *C. cumulans*.

La densidad de termiteros por hectárea de una especie puede variar no sólo en distintas localidades, sino aun en un mismo sitio, dependiendo del habitat y tipos de vegetación (Lee & Wood, 1971) y la abundancia de nidos generalmente es menor cuando se trata de vegetación nativa que de sucesión secundaria (Murray, 1938). Redford (1984) encontró que los montículos de *C. cumulans* son más numerosos donde existe sobrepastoreo; este autor registró una densidad de 33 montículos/ha. Amante (1977) halló para la misma especie y en pastura, densidades de 3,4 a 6,6 montículos/ha. También encontraron diferencias en el número de termiteros localizados a lo largo de una transecta de 70 km en la ruta que se extiende desde Botucatu hasta Maristela, en Brasil. En nuestro caso, la menor densidad de nidos habitados en el campo B, podría atribuirse a una colonización más antigua (por la cantidad de termiteros abandonados), predadores (nidos excavados o parcialmente destruidos) y, tal vez, diferente manejo histórico del suelo, dado que se trataba de la misma categoría y, en ambos casos, de sucesión secundaria de plantas.

REFERENCIAS

Amante, E. 1977. Infestacao residual e reinfestacao



- de pastagens por termiteiros da espécie *Cornitermes cumulans* (Kollar), in Congresso Brasileiro de Entomologia, 4, Goiania.
- Baroni-Urbani, C.; G. Josens & G. J. Peakin. 1978. Empirical data and demographic parameters (p. 5-44). En: Brian, M. V. (ed.) Production ecology of ants and termites. Cambridge University Press, London 409 pp.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes (p. 18-26). Edición del autor. *Laticolor S.R.L.*, Asunción, Paraguay. 324 p.
- Ebdon, D. S. 1976. On the underestimation inherent in the commonly used formulae. *Area* (8): 165-169.
- Domingos, D. J. 1985. Densidade e distribuição espacial de ninhos de duas espécies de *Armitermes* (Isoptera: Termitidae) em cinco formações vegetais do cerrado. *Rev. Brasil. Biol.* 45(3): 233-240.
- Ferrigno, F. D. & G. J. Torales. 1996. Comportamiento de obreras y soldados de *C. cumulans* con extirpación de una antena. *FACENA* 12: 71-75.
- Forti, L. C. & M. L. de Andrade. 1995. Populações de cupins (p. 29-51) En: Berti Filho, E. & L. R. Fontes (eds). Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. *FEALQ, Piracicaba*, S. P. Brasil, 183 pp.
- Grassé, P. P. 1958. Sur le nid et biologie de *Cornitermes cumulans* (Kollar), termite brésilien. *Insectes Soc.* 5(2): 189-198.
- Haverty, M. I. & W. L. Nutting. 1975. Density, dispersion and composition of desert termite foraging population and their relationships to superficial dead wood. *Environ. Entomol.* 4(3): 480-486.
- Lee, K. L. & T. G. Wood. 1971. Termites and soils. *Academic Press*. 251 pp.
- Murray, J. M. 1938. An investigation of the interrelationships of the vegetation, soils and termites. *South Afr. J. Scien.* 35: 288-297.
- Nel, J. J. C. & E. M. Malan. 1974. The distribution of the mounds of *Trinervitermes trinervoides* in the central Orange Free State. *F. Ent. Soc. Sth. Afr.* 37(2): 251-256.
- Redford, K. H. 1984. The termitario of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica* 16(2): 112-119.
- Sands, W. A. 1965. Mounds population movements and fluctuation in *Trinervitermes ebnerianus* Sjösted (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Insectes Soc.* 12: 49-58.
- Sinclair, D. 1985. On tests of spatial randomness using mean nearest neighbour distance. *Ecology* 66(3): 1084-1085.
- Spain, A. V.; D. F. Sinclair & P. J. Diggle. 1986. Spatial distribution of the mounds of harvester and forager termites (Isoptera: Termitidae) at four locations in tropical North-Eastern Australia. *Acta Oecol.*
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189: 732-735.
- Torales, G. J. 1982-84. Contribución al conocimiento de las termitas de Argentina (Provincia de Corrientes) *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae). *FACENA* 5: 97-133.
- Torales G. J.; C.A. Venialgo; E. R. Laffont; M. M. Martegani; A. C. Armúa; M. O. Arbino & M. C. Godoy. 1988. Contribución al conocimiento de las termitas de Argentina (Provincia de Corrientes). Termitas xilófagas que infestan árboles de importancia económica. *Act. VI Cong. For. Argen.* 3: 733-735.
- Upton, G. & F. Fingleton. 1985. Spatial data by example. Vol. 1. *John Wiley & Sons Ltd.* 410 pp.
- Wood, T. G. & K. E. Lee. 1971. Abundance of mounds and competition among colonies of some Australian termite species. *Pedobiologia* 11: 341-166.

Recibido / Received / : 22 de mayo de 1998.
Aceptado / Accepted / : 23 de agosto de 1998.