



## A4-102 Impacto de la degradación de bosques ribereños en la riqueza y abundancia en Isoptera y Formicidae en la Amazonia Oriental.

Stefania Pinzón Triana<sup>1</sup>, Alexandra Rocha da Piedade<sup>2</sup>, Guillaume Xavier Rousseau<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Doctorado del Programa de Pos-graduación en Agroecología, UEMA, Brasil, [estephye@msn.com](mailto:estephye@msn.com); <sup>2</sup>Estudiante de Maestría del Programa de Pos-graduación en Agroecología, UEMA, [alexandra\\_rochapyer@hotmail.com](mailto:alexandra_rochapyer@hotmail.com); <sup>3</sup>Prof. Dr. do Programa de Pos-graduación en Agroecología, UEMA, [guilirous@yahoo.ca](mailto:guilirous@yahoo.ca).

### Resumen

Formicidae e Isoptera han sido comúnmente usados en estudios de caracterización forestal. En el presente estudio se determinó el efecto de cuatro niveles de degradación de los bosques Pepital y Grande (Alcântara-Maranhão-Brasil) en la riqueza de hormigas y termitas, muestreados en los períodos seco y lluvioso con el método TSBF modificado. Para Formicidae fueron identificadas 85 especies, cuya riqueza fue mayor en el período seco, con diferencia significativa entre los bosques de sucesión secundaria comparadas con áreas de uso antrópico. Isoptera con 38 especies, mostró una riqueza mayor en los bosques secundarios en el periodo seco y en el río Grande en ambos periodos. Concluimos que la degradación tiene un fuerte efecto en la riqueza de termitas y de hormigas, con valores mínimos en el sistema de uso antrópico. Se destaca la potencialidad de los dos grupos como bioindicadores de degradación de los bosques ribereños.

**Palabras clave:** bosque ribereño; degradación; bioindicador.

**Abstract:** Formicidae and Isoptera have been commonly used in forest characterization studies. The objective in this study was determined the effect of four levels of degradation of Pepital and Grande forests (Alcantara-Maranhao-Brazil) on the Formicidae and Isoptera richness. Sampling was realized during dry and wet seasons, using the TSBF modified method. For Formicidae, 85 species were identified, its richness was higher in the dry season, also showed significant difference for secondary forests compared to anthropic use areas. For Isoptera, 38 species were identified, significant differences were observed in richness of secondary forests during the dry season and Grande forest for both season. We concluded that the degradation has a strong effect on the richness of ants and termites, with minimum values in the anthropic areas. We highlight the potential of the two groups as bioindicators of riparian forests degradation.

**Keywords:** riparian forest; degradation; bioindicator.

### Introducción

A pesar de la alta diversidad de especies que conforman el grupo de la macrofauna, se considera que existen grupos taxonómicos o especies que son más sensibles las mudanzas y por eso más relevantes para su estudio como indicadores; de acuerdo con Stork & Eggleton (1992), estas especies y/o grupos de especies presentan elevadas densidades o desempeñan un papel crítico en la cadena alimentar, lo que considera que la pérdida de estas especies conlleva a la modificación de la cadena trófica. El valor de los grupos con mayores densidades y con potencial bioindicador será discutido para los fines del presente estudio.

El infraorden Isoptera comprende las termitas, insectos sociales de amplia distribución que viven en comunidades numerosas de individuos divididos en castas (Rafael et al., 2012).

Brasil, por su extensión territorial y grande diversidad ecológica, tiene una de las termito-faunas más diversas del mundo (Constantino, 1999), con el registro de cerca de 308 especies (Constantino, 2008). Ecológicamente, las termitas son reconocidas por ser responsables de la descomposición de la materia orgánica, no obstante, sus hábitos tróficos son variados; de acuerdo con Eggleton et al. (1996), están divididos en: xilófagos, aquellos que se alimentan de madera; ceifadores o comedores de hojarasca, termitas que fragmentan y/o se alimentan de madera y otros componentes de la hojarasca; húmívoros o geófagos, que se alimentan de suelo; e intermediarios, termitas que se alimentan de la interface suelo/madera, encontrados (en suelo o troncos) donde el suelo está mezclado con madera altamente descompuesta.

También es de destacar el papel de las hormigas (Formicidae), insectos Hymenoptera divididos en castas, con multiplicidad de hábitos alimenticios y hábitats. Pueden ser depredadores, carroñeros, colectores y/o productores de hongos, todas con una adaptación distinta en las mandíbulas, dependiendo del tipo de presa o alimento (Branstetter & Sáenz, 2007). Con la construcción de nidos, estos organismos modifican la estructura física y redistribuyen compuestos órgano-minerales en el suelo, mejorando así la infiltración de agua en los perfiles internos, mediante el aumento de la porosidad. Son relativamente fáciles de coleccionar y de identificar, existe un amplio material bibliográfico sobre la taxonomía y ecología de Formicidae y ha sido uno de los grupos comúnmente usados en los estudios de diagnóstico y restauración de áreas degradadas.

Debido a que tanto las hormigas como las termitas se adaptan bien a una amplia gama de entornos, presentan una función resiliente y sobreviven en los sistemas a pesar del cambio climático y los niveles de perturbación ambiental (Lobry De Bruyn, 1999; Perfecto & Snelling, 1995), no siempre se pueden encontrar diferencias en los valores de riqueza y abundancia en ambientes contrastantes. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto a través de un gradiente de degradación en los bosques ribereños de los ríos Pepital y Grande (Alcántara-MA) en la abundancia y riqueza de Formicidae e Isoptera, para evaluar el uso potencial de estos grupos como bioindicadores en áreas de conservación forestal local.

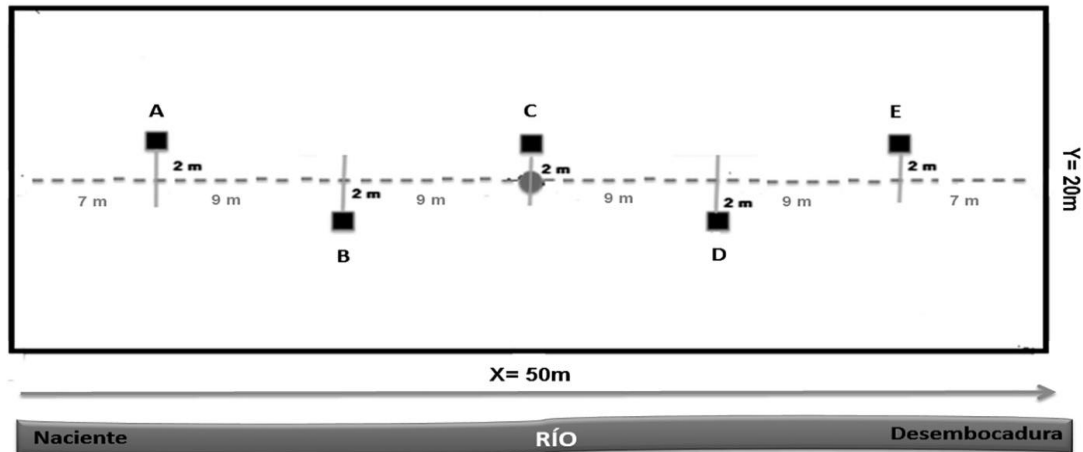
### **Metodología**

Se establecieron tres bloques de muestreo por río, cada uno con cuatro parcelas de 50 x 20m, una para cada nivel de degradación de los bosques: muy alta-D1 (cultivo o pastizales), alta-D2 (matorral <7m de altura), media-D3 (bosque secundario >7m<15m) y baja-D4 (bosque secundario > 15m), totalizando 24 parcelas, cada una siguiendo el modelo que se muestra en la figura 1.

El muestreo se llevó a cabo durante los períodos seco y lluvioso, usando el método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) modificado (Anderson & Ingram, 1993). En cada parcela fueron recolectados cinco monolitos de 25cm x 25cm y 10cm de profundidad, dispuestos en zig-zag a 2m de la línea media longitudinal de la parcela y orientados en sentido nacimiento-desembocadura (figura 1), en el periodo lluvioso los monolitos fueron retirados del lado opuesto al realizado durante la estación seca. Fueron muestreados un total de 120 monolitos por periodo. Los organismos recolectados fueron contados, ordenados e identificados hasta el nivel de especies en las instalaciones del INPA Manaus-Amazonas.

Los datos de diversidad de especies fueron analizados utilizando la frecuencia de registros (incidencia) de la especie en cada área muestreada y no por el número de individuos, siendo la frecuencia el parámetro más adecuado para insectos sociales como las hormigas, debido a la divergencia entre el número de individuos por colonia (Longino et al., 2002). Se

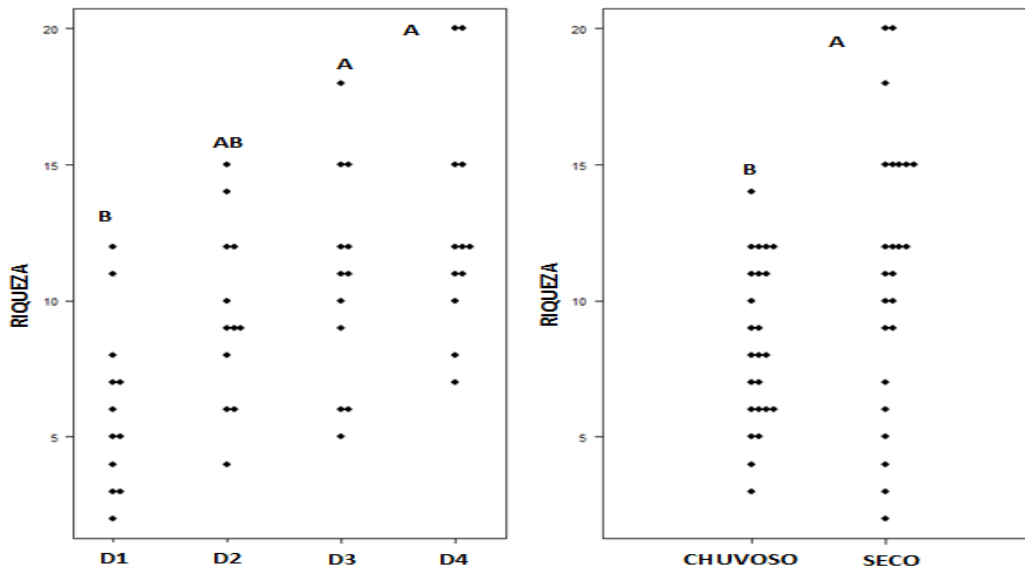
realizó un análisis de varianza (ANOVA) con tres factores: periodo (seco y lluvioso), bosques ribereños (Pepital y Grande) y niveles de degradación. Se compararon los promedios mediante el test de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) con el uso del software R (R Development Core Team, 2008).



**FIGURA 1.** Parcela experimental para el muestreo de la macrofauna del suelo en un gradiente de degradación de los bosques ribereños Pepital y Grande - Alcântara (Maranhão). **A-E** monolitos muestreados.

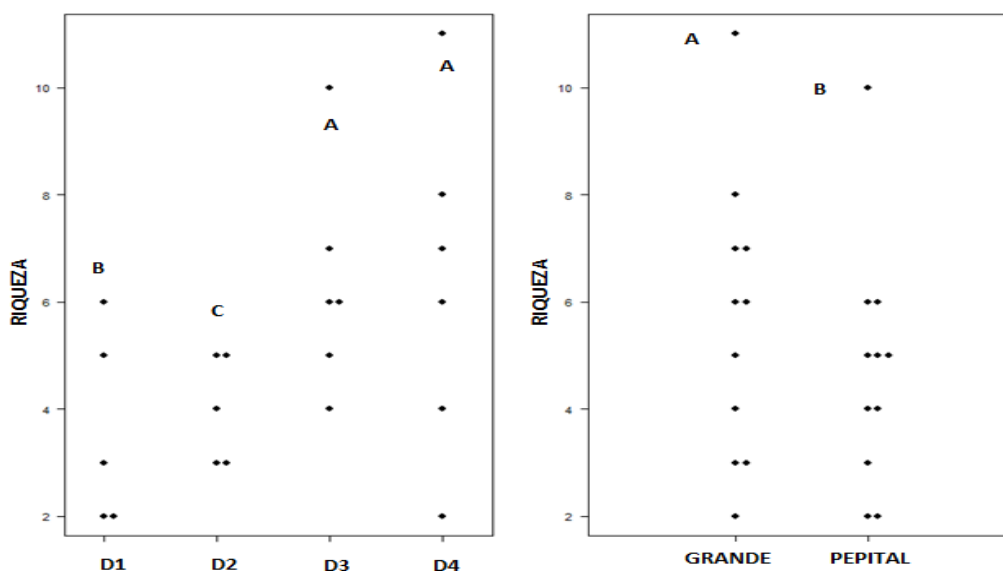
### Resultados y discusión

Los resultados determinan que la abundancia y riqueza de Formicidae, con 2034 individuos separados en 82 especies, tienen valores significativamente más altos en la estación seca (figura 2), debido probablemente al leve encharcamiento de las áreas en la temporada de lluvias, contrario a lo que informado por Vasconcellos et al. (2013) que obtuvieron picos más altos de abundancia en la temporada de lluvias en los bosques ribereños de Mata Atlántica. Sin embargo, Pimentel et al. (2011), en un bosque secundario concluyen que existe una relación positiva entre el verano y la ocurrencia y la densidad de grupos de macrofauna en un sistema agroforestal con café.



**FIGURA 2.** Variabilidad de la riqueza de Formicidae en el gradiente de degradación y período. Letras diferentes entre el conjunto de parcelas por degradación y período representan diferencia estadística al nivel  $P \leq 0.05$ , de acuerdo con el test T-Tukey. D1: degradación muy alta; D2: degradación alta; D3: degradación media; D4: degradación baja.

Para el infraorden Isoptera, 5986 individuos fueron separados en 38 especies. La riqueza de las termitas en los niveles de degradación media y baja durante el periodo seco fue significativamente mayor en comparación con lo observado en áreas con degradación muy alta (figura 3).



**FIGURA 3.** Variabilidad de la riqueza de Isoptera en el gradiente de degradación en el periodo seco y bosque ribereño en los dos periodos. Letras diferentes entre el conjunto de parcelas por degradación y río representan diferencia estadística al nivel  $P \leq 0.05$ , de acuerdo con el test T-Tukey. D1: degradación muy alta; D2: degradación alta; D3: degradación media; D4: degradación baja.

Hubo una mayor riqueza de termitas en el bosque ribereño del río Grande, lo que sugiere un abundante suministro de madera y materia orgánica remanente de la perturbación inicial de tala y quema (Celentano et al., 2014), un fenómeno antes registrado en la Amazonia por DeSouza & Brown en 1994. Estudios anteriores evidencian el efecto degradación de los bosques en la composición de Isoptera. Bandeira et al. (2003), en un estudio del infraorden en la Mata Atlántica, señalan que la diversidad se redujo drásticamente por la perturbación del hábitat, en comparación con la incidencia casi nula en un área bajo monocultivo anual, seguido por el bosque secundario y primario, éste último mostró los mayores valores de riqueza.

Finalmente no hubo diferencia significativa en la composición de las especies en ambos grupos, lo que puede indicar una migración de estos organismos desde los bosques adyacentes. En el estudio de Gongalsky et al. (2012) se demostró en áreas de vegetación baja, media y alta que la mayoría de los grupos funcionales de la macrofauna del suelo habían disminuido un 46%, siendo los herbívoros de la capa de suelo de 0-10cm los más afectados, también se observó un marcado efecto de la heterogeneidad del paisaje en la supervivencia de los grupos y la capacidad de ciertos grupos como las termitas, de recolonizar áreas después de la quemada.

## Conclusiones

El cambio en el uso del suelo tiene un fuerte efecto sobre la riqueza de Isoptera y la abundancia y riqueza de Formicidae, reflejando la relación directa con el gradiente de degradación, presentando valores mínimos en el sistema de uso antrópico de cultivos y pastizales. Se destaca el potencial de los dos grupos como bioindicadores de la degradación de los bosques ribereños de la Amazonia.

## Referências bibliográficas

- Anderson JM & JSI Ingram (1993) Tropical Soil Biology and Fertility: a handbook of methods, 2a ed. Anderson, and Ingram, eds. CAB International, Wallingford, UK: 89-112.
- Bandeira AG, Vasconcellos A, SILVA M & R Constantino (2003) Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Catinga domain, Brazil. *Sociobiology*, 42 (1): 117-127.
- Branstetter MG & YL Sáenz (2007) Las hormigas de Guatemala. In: Biodiversidad de Guatemala, 2 ed, Cano B & JC Schuster Editores: 221-268.
- Celentano D, Rousseau GX, Engel VL, Façanha CL, de Oliveira EM & EG de Moura (2014) Perceptions of environmental change and use of traditional knowledge to plan riparian forest restoration with relocated communities in Alcantara, Eastern Amazon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10 (11): 4-15.
- Constantino R (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 40 (25): 387-448.
- Constantino R (2008) Termites (Isoptera) in South America: In: Capinera JL (Ed.). *Enciclopédia of Entomology*, 2 ed, Berlin Springer, 4: 3747-3754.
- Desouza F & V Brown (1994) Effects of habitat fragmentation on amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10 (2), 197-206.
- Eggleton P, Bignell DE, Sands WA, Waite B, Wood TG & JH Lawton (1996) The species richness (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 11: 85-98.
- Gongalsky KB, Malmström A, Zaitsev AS, Shakhb SV, Bengtsson J & T Persson (2012) Do burned areas recover from inside? An experiment with soil fauna in a heterogeneous landscape. *Applied Soil Ecology* 59: 73-86.
- Lobry de Bruyn LA (1999) Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 411-425.



- Longino, JT, Coddington J & RK Colwell (2002). The ant fauna of a Tropical rain Forest: Estimating species richness three different ways. *Ecology*. 83:689-702.
- Perfecto I & R Snelling (1995) Biodiversity and the transformation of a tropical ecosystem: Ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5: 1084-1097.
- Pimentel MS, Polli Hde & AMde Aquino (2011) Bioindicators of soil quality in coffee organic cultivation systems. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 46 (5): 546-553.
- R Development Core Team (2008) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.
- Rafael JA, Melo GA, Carvalho CJBde, Casari SA & R Constantino (2012) Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia: Ordem Isoptera. Holos Editora: 311-322.
- Stork NE & P Eggleton (1992) Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7: 38-47.
- Vasconcellos RLF, Segat JC, Bonfim JA, Baretta D & EJBN Cardoso (2013) Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages *European Journal of Soil Biology*, 58: 105–112.