

## Modélisation de la distribution géographique de la Fourmi *Basicros scambognathus* (Brown, 1949) dans la région Néotropicale (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae)

par Henrique Jesus DE SOUZA & Jacques Hubert Charles DELABIE

Centro de Pesquisas do Cacau, Laboratório de Mirmecologia, Convênio UESC/CEPLAC, Caixa Postal 7, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brésil <henriquejds@yahoo.com.br> <jacques.delabie@gmail.com>

**Résumé.** – Malgré une ample distribution apparente, la Myrmicinae Dacetini *Basicros scambognathus* (Brown, 1949) est l'une des Fourmis les plus rares d'Amérique du Sud. Sa distribution géographique potentielle a été modélisée pour la région Néotropicale, afin de : 1) déterminer sa niche fondamentale ; 2) évaluer la possibilité d'utilisation de la probabilité d'occurrence comme paramètre permettant de déduire les caractéristiques biogéographiques de ce taxon rare ; et 3) comparer sa distribution géographique potentielle avec son aire de répartition connue. Les localités d'occurrence connues ont été obtenues à partir de la bibliographie et les variables environnementales à partir du projet *WorldClim* avec une résolution spatiale de 30 secondes d'arc (environ 1 km). La modélisation a été réalisée avec le programme *Maxent* et le modèle produit a été testé en se basant sur la Courbe Caractéristique d'Opération (*Receiver Operating Characteristic*, ROC). La contribution relative des variables utilisées pour déterminer la distribution de l'espèce a été estimée à partir du test Jackknife d'Importance des Variables Environnementales. Le modèle généré a montré être précis (*Area Under the Curve*, AUC = 0,82) et, en plus de valider l'aire de répartition connue, il a aussi prédit la présence de l'espèce dans d'autres régions. La niche fondamentale de *B. scambognathus* se limite à la région Néotropicale, se concentrant dans les provinces zoogéographiques situées au nord de la latitude 17°S, et est amplement représentée en Amérique Centrale. Son extension au nord de l'Amérique du Sud est cependant bloquée par la barrière biogéographique que sont les reliefs du nord de la Cordillère des Andes. La variable environnementale qui a le plus influencé le modèle de distribution fut la température minimale du mois le plus froid (65,6%). Les résultats présentés dans cette étude suggèrent que la probabilité d'occurrence est un paramètre important qui peut être utilisé pour étudier la biogéographie des espèces rares. Le modèle de distribution ainsi créé pour *B. scambognathus* peut aider à choisir de futures stations d'échantillonnages dans les zones où existe une forte probabilité de rencontrer cette Fourmi, et peut aussi faciliter la planification d'actions qui, si elles devenaient nécessaires, pourraient contribuer à la conservation de ce taxon dans la région Néotropicale.

**Abstract.** – **Modeling the geographical distribution of the Ant *Basicros scambognathus* (Brown, 1949) in the Neotropical region (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae).** Despite an apparent wide distribution, the Myrmicinae Dacetini *Basicros scambognathus* (Brown, 1949) is one of the rarest ants from South America. Its potential geographical distribution was modeled for the Neotropics, in order to: 1) determine its fundamental niche; 2) evaluate the efficiency of probability of occurrence as a parameter to infer biogeographical characteristics of this rare ant; and 3) compare the potential geographical distribution of the species with its known geographical distribution. The occurrence points were obtained from literature. The environmental variables were obtained from the *WorldClim* project with spatial resolution of 30 arc seconds (approximately 1 km). The modeling was performed using the *Maxent* software and the model produced was evaluated using the *Receiver Operating Characteristics* (ROC). The relative contribution of the variables used to determinate the species distribution was estimated from the Jackknife Test of Environmental Variables Importance. The generated model showed a good measure of accuracy (*Area Under the Curve*, AUC = 0.82). It validated the known distribution and also predicted new potential areas for the occurrence of the ant. The *B. scambognathus*' fundamental niche is restricted to the Neotropics, extending mainly through the zoogeographic provinces northern to latitude 17°S until Central America. Its extension to the north of South America, however, is blocked by the biogeographical barrier, which are the reliefs of northern Andes. The environmental variable that most influenced the distribution model was the minimum temperature of coldest month (65.6%). Our results suggest that the occurrence probability may be an important parameter useful to investigate the biogeography of rare taxa. Furthermore, the distribution model generated can help to target further samplings in areas with high probability of occurrence of the ant, as well as aid the planning of actions aiming the conservation of this ant in the Neotropics, if necessary.

**Keywords.** – Potential geographical distribution, Maxent, probability of occurrence, Myrmicinae, Dacetini.

*Basiceros scambognathus* (Brown, 1949) est l'un des taxons de Fourmis de la région Néotropicale les plus obscurs car on ne sait pratiquement rien de sa biologie et ni de sa distribution (CASTILHO *et al.*, 2007 ; FEITOSA *et al.*, 2007). De rares spécimens sont représentés dans les collections scientifiques, et ceux-ci sont en majorité des mâles et des femelles ailées, capturés dans des lieux très éloignés les uns des autres (FEITOSA *et al.*, 2007). Jusqu'à présent, *B. scambognathus* a été enregistrée dans les principaux biomes brésiliens, ainsi que dans une localité au sud du Venezuela près de la frontière avec le Brésil (LATTKE, 1992 ; FEITOSA *et al.*, 2007). Cependant, cette espèce est susceptible de présenter une bien plus large distribution géographique que celle actuellement connue (CASTILHO *et al.*, 2007).

Ces dernières années, un nombre croissant d'outils pour l'analyse des modèles de distribution géographiques à différentes échelles spatiales est apparu (GUISAN & THULLER, 2005 ; JIMENEZ-VALVERDE *et al.*, 2008). Parmi ces outils, une attention particulière a été donnée à des modèles prédictifs de distribution d'espèces, où la niche écologique potentielle est modélisée à partir des descripteurs des caractéristiques environnementales des localités où la présence de l'espèce a été confirmée (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000). Cette approche est basée sur le concept fondamental de niche de HUTCHINSON (1957) qui représente les intervalles de conditions et de ressources existant dans un espace hypervolumétrique et qui est potentiellement exploitable par une espèce, sans tenir compte des interactions biotiques possibles avec d'autres espèces (RICKLEFS, 2010).

En général, la modélisation de niche écologique consiste à convertir les données brutes d'occurrence de l'espèce considérée en cartes de distribution géographique potentielle en indiquant sa présence probable ou son absence (ARAÚJO & GUISAN, 2006). Les algorithmes utilisés cherchent à établir des relations non aléatoires entre les données d'occurrence, ou leur absence, avec des variables environnementales importantes pour l'espèce (par exemple, température, précipitations et topographie). De ceci résultent des interpolations de données climatiques dans un intervalle donné de temps, provenant de stations météorologiques situées dans différentes zones de la surface terrestre (HIJMAN *et al.*, 2005).

La région Néotropicale abrite une grande partie de la biodiversité mondiale, et est probablement la région biogéographique où existe l'une des plus grandes diversités de Fourmis (au moins 3100 espèces, dont un très grand nombre d'espèces rares et endémiques) (FERNÁNDEZ & OSPINA, 2003). Malgré cette diversité élevée, très peu d'études sur la distribution géographique de ces insectes ont été menées. Ceci rend difficile la construction d'un scénario dans lequel les facteurs et les processus qui régulent la distribution et la diversité des Formicidae dans cette région pourraient être évalués.

La modélisation de la distribution d'espèces peut constituer un outil important dans des endroits comme la région Néotropicale, où les aspects généraux de la biologie et la répartition géographique de nombreux taxons sont la plupart du temps encore méconnus. Cette approche justifie de tester l'applicabilité de la modélisation de niche écologique à la caractérisation de la distribution géographique basée sur un ensemble de données souvent fragmentaire, qui couvre des zones limitées, ou qui ne correspondent pas à la distribution réelle de l'espèce étudiée, et qui sont aussi hétérogènes quant au niveau de précision de leur géoréférencement. C'est souvent le cas pour les données disponibles dans les publications, les collections et les musées, très souvent établies avant l'avènement de la technologie GPS (GUISAN & THULLER, 2005).

Dans cette étude, nous modélisons la distribution géographique potentielle de *B. scambognathus* en région Néotropicale, afin de : 1) déterminer sa niche fondamentale ; 2) évaluer la possibilité d'utilisation de la probabilité d'occurrence comme paramètre permettant de déduire les caractéristiques biogéographiques de ce taxon rare ; et 3) comparer la distribution géographique potentielle avec l'aire de répartition connue. Ainsi, cette étude se propose d'identifier les variables environnementales qui délimitent la distribution de la Fourmi et aussi de contribuer à orienter les efforts d'échantillonnage dans de nouvelles régions où l'occurrence de la Fourmi est suggérée par le modèle.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Données d'occurrence et variables environnementales.** – Nous avons obtenu de la littérature 18 données d'occurrence de *B. scambognathus* en région Néotropicale (LATTKE, 1992 ; CASTILHO *et al.*, 2007 ; FEITOSA *et al.*, 2007). En cas d'absence des coordonnées géographiques exactes de la localité où les spécimens ont été collectés, nous avons utilisé les coordonnées géographiques des centres de villes les plus proches. Pour la vérification des données, nous avons utilisé l'outil *SpOutlier*, disponible sur le site *SpeciesLink* (<http://splink.cria.org.br/>), qui fournit des données primaires issues de collections scientifiques et des outils de modélisation (SPECIESLINK, 2012). *SpOutlier* utilise une technique adaptée par CHAPMAN (1999) afin de détecter les données qui éventuellement se situent en dehors de la répartition géographique attendue quant à leur distribution en latitude, longitude et altitude.

Les variables climatiques, notamment la température et les précipitations, jouent un rôle important dans la détermination des limites de la distribution géographique des espèces de Fourmis, surtout à grande échelle spatiale (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). De même, les variables topographiques souvent corrélées avec les variables climatiques (altitude par exemple), peuvent aussi limiter la distribution de certains taxons. Par conséquent, nous avons sélectionné six variables relatives à l'environnement pour modéliser la distribution de *B. scambognathus* dans la région Néotropicale : l'altitude, la température annuelle moyenne, la température maximale du mois le plus chaud, la température minimale du mois le plus froid, les précipitations durant la saison des pluies et les précipitations pendant la saison sèche. Les données d'altitude et bioclimatiques ont été obtenues à partir du projet *WorldClim* (<http://www.worldclim.org> ; HIJMANS *et al.*, 2005), avec une résolution spatiale de 30 secondes d'arc (environ 1 km).

**Construction du modèle.** – La modélisation a été réalisée en utilisant le programme *Maxent* (*Maximum Entropy*) version 3.3.1 (PHILLIPS *et al.*, 2006), qui utilise une procédure d'optimisation comparant la présence de l'espèce avec les caractéristiques de l'environnement en se basant sur le principe d'entropie maximale. Ce programme est capable de faire des inférences à partir d'informations incomplètes malgré la limitation des données d'occurrence (PHILLIPS *et al.*, 2006). *Maxent* est un programme récent qui s'est montré plus performant que d'autres lors du traitement d'ensembles de données de petite taille (ELITH *et al.*, 2006 ; NABOUT *et al.*, 2009 ; PEARSON *et al.*, 2007). Le modèle produit par *Maxent* pour une espèce donnée est une suite continue de valeurs comprises entre 0 et 100 où, à une valeur plus élevée, correspond une probabilité plus élevée de rencontrer cette espèce (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000). Pour la modélisation de *B. scambognathus*, les paramètres par défaut du programme ont été utilisés (*Give visual warnings, Show tooltips, Skip if output exists, Remove duplicate presence records, Write clamp grid, Random test percentage= 0, Regularization multiplier= 1, Max number of background points= 10000, Replicates= 1, Replicated run type= Crossvalidate*). Le modèle a été géré pour toute l'Amérique Latine, sauf le nord du Mexique (fig. 1).

**Évaluation du modèle.** – Pour évaluer la qualité du modèle produit par *Maxent*, nous avons analysé la Courbe Caractéristique d'Opération (ROC - *Receiver Operating Characteristic*) qui attribue une valeur unique en fonction de la performance du modèle (AUC - *Area Under the Curve*). L'analyse ROC est une mesure de sensibilité, qui correspond au taux de positifs vrais (aucune erreur d'omission), par rapport au taux de faux positifs (erreur de prévision superflue). Ainsi, l'analyse ROC évalue la capacité du modèle à prédire correctement l'occurrence de l'espèce, et où plus la valeur d'AUC est proche de un, plus on est éloigné d'un modèle aléatoire (PHILLIPS *et al.*, 2006).

L'importance des variables environnementales pour expliquer la distribution géographique potentielle de *B. scambognathus* a été estimée grâce au test Jackknife d'Importance des Variables Environnementales (PHILLIPS *et al.*, 2006), qui évalue la contribution relative (%) des variables utilisées pour générer le modèle de distribution produit par *Maxent*.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le modèle de distribution géographique potentielle produit par *Maxent* pour *B. scambognathus* s'est montré précis (AUC = 0,82), ce qui indique la robustesse de la modélisation effectuée. En plus de valider la distribution connue, il a aussi permis de prédire de nouveaux espaces où l'espèce pourrait être recherchée (fig. 1). Si l'on considère les valeurs inférieures des probabilités d'occurrence de *B. scambognathus* dans les endroits où la Fourmi a été effectivement observée, on peut raisonnablement supposer que cette espèce a peu de chance d'être rencontrée dans des zones où cette probabilité est inférieure à 30%. Selon la classification des zones biogéographiques et des zones de transition de l'Amérique latine, proposée par MORRONE (2006), la niche fondamentale de *B. scambognathus* se limite à la région Néotropicale, et sa distribution correspond aux provinces zoogéographiques suivantes (nomenclature de MORRONE, 2006) : Amapa, Cerrado, forêt atlantique brésilienne, Guyane humide, Imeri, Llanos vénézuéliens, Pantanal, Roraima, Tapajós-Xingu et les basses terres (inondables) le long des fleuves (Varzea), où la présence de la Fourmi est le plus souvent avérée. En outre, le modèle de distribution



Fig. 1. – Distribution géographique potentielle de *Basiceros scambognathus* (Brown) dans la région Néotropicale (partie nord exclue). L'intensité de gris/noir est proportionnelle à la probabilité d'occurrence. Les cercles blancs représentent les localités d'occurrence connues (n = 18). La barrière biogéographique que constituent les Andes se détache en blanc/gris clair selon un axe nord/sud en Amérique du Sud.

montre que la niche écologique adaptée à *B. scambognathus* s'étend aux provinces biogéographiques de Maracaibo, Magdalena, l'Équateur aride et de l'Ouest, le Choco, la région occidentale de l'isthme de Panama, le golfe du Mexique, l'est de l'Amérique Centrale et même les Petites Antilles et Trinité-et-Tobago (adapté de MORRONE, 2006). Cependant, à ce jour, il n'existe pas de registre d'occurrence de ce taxon pour cette dernière série de provinces biogéographiques. Le modèle de distribution ne prédit pas l'occurrence de *B. scambognathus* dans la forêt du Paraná, comme cela l'avait été par CASTILHO *et al.* (2007). En plus de cette province, *B. scambognathus* a une faible probabilité d'occurrence dans la région andine, dans la Zone de Transition de l'Amérique du Sud et la Zone de Transition du Mexique, et d'autres provinces de la région Néotropicale, telles que la côte mexicaine du Pacifique, du Chiapas, la péninsule de Yucatán, Cauca, Napo, Ucayali, Chaco, les pampas et dans la forêt à *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.

La Fourmi n'est sans doute pas présente dans les régions côtières du nord-est de l'Amérique du Sud, dans les Caraïbes et en Amérique Centrale, du fait de l'impossibilité de franchir la barrière biogéographique constituée par les trois branches colombiennes de la Cordillère des Andes (voir la fig. 1 où la haute montagne se détache en blanc ou gris clair dans cette région). On peut donc raisonnablement supposer que l'expansion de *B. scambognathus* dans le nord-ouest de l'Amérique du Sud est postérieure à la surrection des Andes au Miocène (POSADAS & ORTIZ-JAUREGUIZAR, 2011).

Il est important de souligner que les résultats obtenus à partir des modèles de distribution géographique potentielle ne peuvent être considérés comme définitifs, étant donné que, dans notre approche, seule la niche fondamentale du taxon étudié est modélisée (ANDERSON *et al.*, 2003 ; GUIBAN & THULLER, 2005). Par conséquent, la connaissance approfondie de la distribution d'un taxon donné devrait inclure aussi, en plus d'informations sur sa niche fondamentale, des informations sur sa niche efficace (par exemple, en incluant les interactions interspécifiques), sa capacité de dispersion, et les facteurs historiques relatifs à son univers d'inférence (BEGON *et al.*, 2006 ; RIDLEY, 2006).

La variable qui a le plus influencé la distribution géographique potentielle de *B. scambognathus* est la température minimale du mois le plus froid, contribuant pour 65,6% dans la détermination des limites de dispersion de cette Fourmi dans la région Néotropicale (tableau I). En fait, la basse température est le principal facteur de stress qui contrôle les activités relatives à la productivité dans les colonies de fourmis (ANDERSEN, 2000). Une fois que l'on sait que, à l'échelle de ces insectes, la température dépend à la fois du climat et de la structure de la végétation (ANDERSEN, 2000), il est compréhensible que *B. scambognathus* soit simultanément présente dans plusieurs régions d'un même biome avec des probabilités d'occurrence similaires.

Tableau I. – Contribution relative (%) des variables environnementales utilisées pour modéliser la distribution géographique potentielle de *Basicros scambognathus* dans la région Néotropicale (BIO représente les variables extraites de *WorldClim*).

Variables	Contribution (%)
Température minimale du mois le plus froid (BIO6)	65,6
Précipitations pendant la saison humide (BIO16)	17,9
Température moyenne annuelle (BIO1)	5,5
Altitude	5,4
Précipitations pendant la saison sèche (BIO17)	5,2
Température maximale du mois le plus chaud (BIO5)	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Il n'y a pratiquement aucune information sur l'écologie et d'autres aspects de la biologie de *B. scambognathus*, mais compte tenu de la contribution des variables environnementales évaluées pour sa distribution potentielle dans l'univers d'inférence étudié, l'impossibilité de cette espèce à survivre dans les milieux à climat froid est démontrée, ainsi que son affinité pour la zone tropicale. Ainsi, faisant référence au schéma climatique de WALTER (1986), *B. scambognathus* est distribuée uniquement dans les biomes se développant dans les zones climatiques équatoriale et tropicale de l'Amérique Latine : la forêt tropicale pluviale et la forêt tropicale saisonnière, entre les latitudes 3°N et 17°S.

La probabilité d'occurrence peut être un paramètre important pour enquêter sur la biogéographie des espèces rares, permettant de prédire leur niche potentielle, et servant de référence pour l'analyse du patron de distribution. Bien qu'elle corresponde à un modèle simplifié, basé uniquement sur le concept de niche fondamentale, la carte de distribution présentée ici peut servir à l'orientation de nouveaux échantillonnages dans les zones qui possèdent une forte probabilité d'occurrence de *B. scambognathus*. En outre, étant donné que cette espèce est largement distribuée dans les zones à fort taux d'endémisme et à fort impact humain, connus comme *hotspots* (MYERS *et al.*, 2000) (par exemple le cerrado et la forêt atlantique du Brésil), ce modèle de distribution peut également aider à la planification d'actions visant la conservation éventuelle de ce taxon rare dans la région Néotropicale, au cas où de telles mesures seraient rendues nécessaires.

REMERCIEMENTS. – Les auteurs remercient Quentin Rome pour ses nombreux commentaires qui ont beaucoup enrichi la version finale du manuscrit. J. H. C. Delabie est financé par le *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq).

#### AUTEURS CITÉS

- ANDERSEN A. N., 2000. – A global ecology of rain forest ants: functional groups in relation to stress and disturbance. In : Agosti D., Majer J. D., Alonso L. E. & Schultz T. R. (éds), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, 280 p.
- ANDERSON R. P., LEW D. & PETERSON A. T., 2003. – Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, **162** : 211–232.
- ARAÚJO M. B. & GUISAN A., 2006. – Five (or so) challenges for species distribution modeling. *Journal of Biogeography*, **33** : 1677–1688.
- BEGON M., TOWNSEND C. R. & HARPER J. L., 2006. – *Ecology: from Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford, 738 p.
- CASTILHO A. C. C., DELABIE J. H. C., MARQUES M. I., ADIS J. & MENDES L. F., 2007. – Registros novos da formiga criptobiótica *Creightonidris scambognatha* Brown (Hymenoptera, Formicidae). *Neotropical Entomology*, **36** : 150–152.
- CHAPMAN A. D., 1999. – Quality control and validation of point-sourced environmental resource data. In : Lowell K. & Jaton A. (éds), *Spatial Accuracy Assessment: Land Information Uncertainty in Natural Resources*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan, 455 p.
- ELITH J., GRAHAM C. H., ANDERSON R. P., DUDIK M., FERRIER S., GUISAN A., HIJMANS R. J., HUETTMANN H., LEATHWICK J. R., LEHMANN A., LI J., LOHMANN L. G., LOISELLE B. A., MANION G., MORITZ C., NAKAMURA M., NAKAZAWA Y., OVERTON J. C., PETERSON A. T., PHILLIPS S. J., RICHARDSON K., SCACCHETTI-PEREIRA R., SCHAPIRE R. E., SOBERON J., WILLIAMS S., WISZ M. S. & ZIMMERMANN N. E., 2006. – Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, **29** : 129–151.
- FEITOSA R. M., BRANDÃO C. R. F. & DIETZ B. H., 2007. – *Basiceros scambognathus* (Brown, 1949) n. comb., with the first worker and male descriptions, and a revised generic diagnosis (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, **47** : 15–26.
- FERNÁNDEZ F. & OSPINA M. 2003. – Biogeografía de las hormigas neotropicales. In : Fernández F. (éd.), *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, 424 p.

- GUISAN A. & THUILLER W., 2005. – Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, **8** : 993-1009.
- GUISAN A. & ZIMMERMANN N. E., 2000. – Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135** : 147-186.
- HIJMANS R. J., CAMERON S. E., PARRA J. L., JONES P. G. & JARVIS A., 2005. – Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25** : 1965-1978.
- HÖLLDOBLER B. & WILSON E. O., 1990. – *The ants*. Harvard University Press, Cambridge, 732 p.
- HUTCHINSON G. E., 1957. – Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, **22** : 415-427.
- JIMÉNEZ-VALVERDE A., LOBO J. M. & HORTAL J., 2008. – Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modeling. *Diversity and Distributions*, **14** : 885-890.
- LATTKE J. E., 1992. – Estudios de hormigas de Venezuela (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín de Entomología Venezolana*, **6** : 57-61.
- MORRONE J. J., 2006. – Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, **51** : 467-494.
- MYERS N., MITTERMEIER R. A., MITTERMEIER C. G., FONSECA G. A. B. & KENT J., 2000. – Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403** : 853-858.
- NABOUT J. C., JÚNIOR M. P., BINI M. L. & DINIZ-FILHO J. A. F., 2009. – Distribuição geográfica potencial de espécies americanas do caranguejo “violinista” (*Uca* spp.) (Crustacea, Decapoda) com base em modelagem de nicho ecológico. *Iheringia, Série Zoologia*, **99** : 92-98.
- PEARSON R. G., RAXWORTHY C. J., NAKAMURA M. & PETERSON A. T., 2007. – Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, **34** : 102-117.
- PHILLIPS S. J., ANDERSON R. P. & SCHAPIRE R. E., 2006. – Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190** : 231-259.
- POSADAS P. & ORTIZ-JAUREGUIZAR E., 2011. – Evolução da Região Andina da América do Sul. In : Carvalho C. J. B. & Almeida E. A. B. (orgs), *Biogeografia da América do Sul, Padrões e Processos*. Roca, São Paulo, 306 p.
- RICKLEFS R. E., 2010. – *A Economia da Natureza*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 570 p.
- RIDLEY M., 2006. – *Evolução*. Artmed Editora, Porto Alegre, 725 p.
- SPECIESLINK., 2012. – *Dados e Ferramentas*. <http://splink.cria.org.br/> (10.II.2012).
- WALTER H., 1986. – *Vegetação e Zonas Climáticas: Tratado de Ecologia Global*. Editora Pedagógica Universitária, São Paulo, 325 p.

---

#### ANALYSE D’OUVRAGE

MARCHISIO R. & ZUNINO M., 2012. – *Il genere Copris Müller. Tassonomia, filogenesi e note di zoogeografia*. Memoirs on Biodiversity, 2. World Biodiversity Association, Verona, 176 p. ISBN 978-88-906379-1-9 ; ISSN 2239-8554.

Cet ouvrage publié en italien par Rita Marchisio (†) et Mario Zunino est à la fois très actuel par sa bibliographie et ses commentaires et plus ancien par sa forme et les travaux qui le sous-tendent. Il s’agit d’abord d’un devoir de mémoire, d’un hommage que Mario Zunino a voulu rendre à son ancienne élève, Rita Marchisio, décédée en janvier 2011. Mais c’est beaucoup plus, c’est la mise à disposition de la communauté scientifique de la thèse de R. Marchisio, soutenue en 1983 à l’université de Turin, souvent citée mais jamais publiée. Son travail sur le genre *Copris*, un groupe de Scarabaeidae (Coleoptera) distribué en Afrique, Eurasie et également en Amérique du Nord et Amérique Centrale, risquait de disparaître dans ce que l’on qualifie souvent de littérature grise, même si quelques exemplaires de ce travail ont circulé à l’époque, mais dans des cercles très restreints. Cet ouvrage