

## EFECTOS DEL CRECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN DE SOTOBOSQUE EN LA DISTRIBUCIÓN DE CARÁBIDOS EN ZONAS ARBUSTIVAS REPOBLADAS CON *PINUS SYLVESTRIS*

\*Taboada, A.; \*Salgado, J.M.; \*\*Tárrega, R.

\* Departamento de Biología Animal. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. 24071 León. E-mail: dbaatp@unileon.es

\*\* Área de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. 24071 León.

### Resumen

Se analizan los efectos del crecimiento de la vegetación de sotobosque en la distribución y elección de hábitat de la fauna de carábidos (Coleoptera, Carabidae). Se estudian diez parcelas repobladas con *Pinus sylvestris*, situadas en la Reserva Nacional de Mampodre, Norte de León. Las edades de la repoblación oscilan entre 2-3 y 10-12 años. En cada parcela se tomaron datos sobre el grado de desarrollo de la vegetación: cobertura de herbáceas, altura y cobertura de especies leñosas, y altura y densidad de los ejemplares de pino plantados. Para el muestreo de carábidos, en cada parcela se colocaron 15 trampas de captura de mayo a septiembre 2003. Este estudio permite analizar cómo el aumento de cobertura, del pino y la vegetación leñosa, que se produce al avanzar la edad de la repoblación, afecta a la utilización de hábitat que realizan los carábidos. Se determinan los cambios que se producen en la diversidad y abundancia de carábidos, y que conllevan la desaparición de especies que están adaptadas a zonas abiertas, carentes de cobertura arbórea y arbustiva. Conocer la respuesta de los carábidos frente a estos cambios ambientales permite su aplicación como indicadores de las propiedades estructurales y ecológicas de este ecosistema forestal.

**Palabras clave:** Carabidae, Repoblaciones, Pinares, Herbáceas, Leñosas.

### INTRODUCCIÓN

Las repoblaciones con especies de crecimiento rápido como *Pinus sylvestris* se generalizaron en España a partir de mediados del siglo XX (LUIS-CALABUIG *et al.*, 2000; MARTÍNEZ GARCÍA, 2002). En la actualidad, se llevan a cabo principalmente en zonas agrícolas abandonadas y zonas degradadas dominadas por vegetación herbácea o arbustiva, con el doble objetivo de incrementar la superficie arbolada total y de mejorar el grado de desarrollo de las comunidades vegetales y del suelo, protegiéndolo de la erosión (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2002).

El desarrollo de un estrato arbóreo, en este caso mediante la plantación de pinos, en zonas previamente carentes de cobertura arbórea, supone una modificación importante de las condiciones ambientales del ecosistema (PETERKEN, 1996). El aumento de la cobertura de las copas implica cambios en la temperatura, la humedad, el grado de insolación y la vegetación de sotobosque. Asimismo se modifican las características del sustrato edáfico, por acumulación de acículas y procesos de acidificación. Estos cambios ambientales afectan a la distribución de las comunidades animales (MOORE & ALLEN, 1999), ya que tiene lugar un proceso de sustitución de especies, con la llegada de especies colonizadoras y la desaparición de especies adaptadas a zonas despejadas y que no toleran los efectos de la sombra.

El objetivo principal de este estudio es determinar el efecto de las modificaciones ambientales derivadas de la evolución de la vegetación herbácea y arbustiva en la fauna de carábidos (Coleoptera, Carabidae), en las primeras etapas de plantaciones de *Pinus sylvestris* en el Noroeste de la Península Ibérica. En concreto, se establecerá si el crecimiento de la vegetación arbustiva, que acompaña al desarrollo de los ejemplares arbóreos, influye en la abundancia y riqueza de especies de carábidos, a nivel de comunidad, y en relación a su autoecología. Los carábidos responden de forma rápida y fiable a la alteración de su hábitat, por lo que son considerados buenos indicadores ambientales de cambio (RAINIO & NIEMELÄ, 2003). Varios estudios confirman los efectos de los tratamientos silvícolas sobre la especie de carábidos en plantaciones de coníferas (NIEMELÄ *et al.*, 1993; SPENCE *et al.*, 1996; KOIVULA *et al.*, 2002), y la sustitución de comunidades de carábidos que se produce a medida que la edad de la repoblación y la cobertura arbórea aumentan (BUTTERFIELD, 1997; HUMPHREY *et al.*, 1999; ELEK *et al.*, 2001; JUKES *et al.*, 2001; MAGURA *et al.*, 2003).

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en zonas repobladas con *Pinus sylvestris* situadas en la Reserva Nacional de Mampodre, Norte de la provincia de León (43°0-4'N, 5°14-16'W), pertenecientes a la serie de vegetación potencial *Blechno spicanti-Fagetum sylvaticae* (PENAS *et al.*, 1995), y localizadas en la Región Eurosiberiana, entre 1210 y 1627 m de altitud y sobre suelo silíceo. En dichas zonas se seleccionaron diez parcelas separadas un mínimo de 100 m y pertenecientes a repoblaciones de entre 6,7 y 15,8 Ha. En concreto, se eligieron cinco parcelas de 2-3 años de edad desde la ejecución de la repoblación (Redipollos 1 y 2, Señales 3, 4 y 5), y otras cinco parcelas de 10-12 años de edad (Susarón 1 y 2, Fuente del Obispo 3, 4 y 5).

Las dos parcelas de 2-3 años situadas en Redipollos proceden de la repoblación de una zona arbustiva dominada por *Erica australis* y *Erica arborea*, especies leñosas cuya cobertura fue eliminada mediante roza como paso previo a la plantación. Actualmente, estas parcelas están dominadas por herbáceas, principalmente *Avenula marginata*, *Festuca rubra*, *Festuca paniculata* y *Luzula lactea*. En el caso de las parcelas de 2-3 años situadas en Señales, su estructura se caracteriza por un estrato arbustivo desarrollado (con especies como *Chamaespartium tridentatum* y *Erica australis*), que no fue eliminado durante la preparación del terreno para la plantación. La altura de los ejemplares arbóreos varía en las parcelas de 2-3 años de edad entre 0,2 y 0,3 m. Las parcelas de 10-12 años cuentan con un estrato arbustivo denso y de considerable altura (de 0,2 a 1,2 m), principalmente debido a la presencia de *Chamaespartium tridentatum* y *Erica australis*. La altura alcanzada por los ejemplares de pino en estas localizaciones varía entre 1,4 y 3,4 m.

#### Metodología de muestreo

Para la captura de las especies de carábidos se utilizaron trampas de caída ("pitfall traps") de 86 mm de profundidad y 60 mm de diámetro, conteniendo propilenglicol al 25% como conservante, y cubiertas con tejadillos de madera de 10 x 10 cm para evitar la caída de hojarasca y agua de lluvia en las trampas. Se colocaron cinco grupos de tres trampas, separadas 1-2 m, en cada parcela. La distribución de los grupos de trampas se realizó en forma de cruz, separados 30 m entre sí, y a una distancia mínima de 25 m del borde de la plantación. Se utilizaron 15 trampas por parcela y 150 trampas en total. El muestreo se realizó de forma continua desde mayo a septiembre de 2003, el periodo de actividad principal de estas especies, recogiendo las capturas cada 20-22 días. La identificación de los ejemplares se llevó a cabo utilizando las obras habituales (JEANNEL, 1941-1942; LINDROTH, 1974; TRAUTNER & GEIGENMÜLLER, 1987), y la clasificación taxonómica adoptada es la de SERRANO (2003).

Para medir la vegetación de sotobosque se realizaron tres muestreos aleatorios de 1 m<sup>2</sup> por parcela, estimando visualmente la cobertura de las especies herbáceas y arbustivas, y la altura máxima de las especies leñosas (o altura del sotobosque). Además se tomaron cinco medidas de la altura de la capa de hojarasca y humus en cada parcela. Para determinar la altura y la densidad (medida como el inverso del cuadrado de la distancia media entre pares de árboles) de los ejemplares de *Pinus sylvestris* se estableció un transecto paralelo a las curvas de nivel en cada parcela. En dicho transecto se seleccionaron un total de cinco árboles de referencia (uno cada 15 m) y a continuación los cuatro individuos más próximos, sobre los que se midió la altura y la distancia al árbol de referencia (es decir, 20 árboles medidos por parcela).

#### Análisis de datos

Los datos de carábidos obtenidos se consideraron en conjunto, esto es, la suma de las capturas de las 15 trampas por parcela y durante todo el periodo de muestreo. Las especies de carábidos se clasificaron en relación a sus preferencias de hábitat en especialistas forestales, de zonas abiertas o generalistas, de acuerdo con la información bibliográfica recopilada (Tabla). Para cada parcela se calcularon los índices de riqueza y diversidad de Shannon-Wiener (SHANNON & WEAVER, 1949) para los carábidos capturados. Para correlacionar los datos de captura de carábidos con las parcelas estudiadas y con las variables de vegetación medidas se llevó a cabo un análisis multivariante en correspondencias canónicas o CCA (Canonical Correspondence Analysis, JONGMAN *et al.*, 1995).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se capturaron 7099 individuos pertenecientes a 33 especies de carábidos (Tabla). Las especies más abundantes representan en conjunto más del 70% de la captura total y son *Harpalus rufipalpis* (2132 individuos, 30% de la captura total), *Calathus asturiensis* (1764 individuos, 25%) y *Steropus gallega* (1101 individuos, 15,5%), capturadas en ambas edades y prácticamente en todas las parcelas.

La diversidad de carábidos es mayor en tres de las parcelas de 2-3 años de edad (índice de diversidad entre 2,58 y 2,31), y menor en dos de las parcelas de 10-12 años (con índice de diversidad de 0,34) (Tabla). A nivel de comunidad, tanto la riqueza de especies de carábidos como el número de individuos capturados son mayores en las parcelas de 2-3 años de edad (31 especies, 5843 individuos) que en las de 10-12 años (17 especies, 1256 individuos) (Tabla). Estas diferencias entre las dos edades se confirman con los resultados del CCA, al separarse claramente las parcelas correspondientes a las dos edades de la repoblación (Figura 1b). La mayor heterogeneidad de microhábitat que caracteriza las zonas herbáceas y despejadas que abundan en la primera edad de repoblación, favorece la diversidad de especies de carábidos que las habitan o las utilizan como zonas de paso o de alimentación (NIEMELÄ *et al.*, 1996; MAGURA *et al.*, 2003). Frente a esta heterogeneidad, las plantaciones de mayor edad se caracterizan por una creciente homogeneidad de sotobosque asociada al aumento de la cobertura de los arbustos y pinos. Esta homogeneidad se refleja en condiciones de sombra uniformes, y poca variabilidad en la temperatura y la humedad a nivel del suelo, lo que favorece la presencia de un menor rango de especies de carábidos adaptadas a estas condiciones (HUMPHREY *et al.*, 1999; JUKES *et al.*, 2001).

No obstante, también dentro de cada edad se detecta la agrupación de las parcelas en función de la zona en la que se encuentran (Figura 1b), indicando que no sólo la edad de la repoblación, sino también las características propias de cada zona seleccionada, como la cobertura de las especies de sotobosque, influyen en la distribución y la selección de hábitat de las especies de carábidos. En las parcelas de 2-3 años, recientemente repobladas, la composición de la vegetación de

sotobosque no se ve influenciada por la presencia del pino, cuyo desarrollo todavía es limitado, de manera que la proporción de cobertura de herbáceas y arbustos depende de la situación previa de dichas parcelas y de los tratamientos empleados para la preparación del terreno antes de la plantación (ver MARCOS *et al.* en este mismo congreso). Las diferencias entre las parcelas de 2-3 años (por un lado se agrupan Redipollos 1 y 2, y, por otro, Señales 3, 4 y 5) se deben en primer lugar a que la zona de Redipollos se caracteriza por una gran cobertura herbácea y Señales por gran cobertura arbustiva (Figura 1a y b). En segundo lugar, a que en las dos parcelas de Redipollos el desarrollo de la capa de hojarasca y humus es claramente mayor (2,3 y 3 cm) que en el resto de parcelas muestreadas (valores entre 0,6 y 0,9 cm) (Figura 1a y b). Las especies de carábidos con abundancia representativa (más de 50 individuos capturados), asociadas a las condiciones ambientales que caracterizan Redipollos (cobertura herbácea y hojarasca) son *Carabus amplipennis*, *Dinodes dives* y *Steropus gallega* (Tabla, Figura 1a). Mientras que las especies de abundancia considerable relacionadas con Señales, con mayor cobertura arbustiva y menor desarrollo de la capa de hojarasca, son *Calathus asturiensis*, *Calathus rotundatus*, *Poecilus kugelanni* y *Synuchus vivalis* (Tabla, Figura 1a).

A medida que aumenta la edad de la repoblación, y el estrato arbóreo y arbustivo se desarrollan, las especies de carábidos que caracterizan a las parcelas de 2-3 años (tanto Redipollos como Señales) desaparecen, o se presentan con un número de individuos mucho menor que en la etapa inicial de la repoblación. Por ejemplo, *Poecilus kugelanni*, considerada especialista de zonas despejadas, es exclusivo de las parcelas de 2-3 años, mientras que *Carabus amplipennis*, una especie generalista, se encuentra en las dos edades, pero su abundancia disminuye considerablemente en las parcelas de 10-12 años (Tabla). Las parcelas de 10-12 años muestreadas se caracterizan por su mayor altura y densidad de pinos, y mayor cobertura y altura de especies leñosas. Las especies de carábidos que prefieren estas condiciones ambientales son pocas y sus abundancias reducidas, como por ejemplo *Cymindis miliaris* (Tabla, Figura 1a). Sólo en el caso de *Harpalus rufipalpis* su abundancia es considerable y se asocia principalmente con las parcelas situadas en Susarón (Figura 1a), con desarrollo de la vegetación arbustiva y altura de los pinos menores, y densidad del arbolado mayor que en Fuente del Obispo.

En cuanto a la autoecología de las especies, la proporción de especies con distintas preferencias de hábitat (especialistas forestales, especies de zonas abiertas y generalistas) es similar en las dos edades de repoblación. Respectivamente, en las parcelas de 2-3 años y 10-12 años se capturaron: 32,2 y 35,3% de especialistas forestales, 35,6 y 35,3% de especies de zonas abiertas, y 32,2 y 29,4% de especies generalistas. Por otro lado, a pesar de que el número total de especies capturadas es similar para cada grupo en el conjunto de parcelas estudiadas (10 especies forestales, 12 de zona abierta y 11 generalistas), las especies que prefieren zonas forestales se presentan con un número de individuos reducido (menos de 20 ejemplares capturados), excepto en el caso de dos especies: *Carabus amplipennis* y *Laemostenus terricola* (Tabla). La abundancia obtenida para estas dos especies en zonas abiertas hace que, especialmente en el caso de *Carabus amplipennis* (557 individuos), su consideración como especies forestales deba ampliarse a una distribución generalista. La presencia accidental de especies típicas de zonas forestales en áreas despejadas, sin cobertura arbórea, se produce con frecuencia cuando, por ejemplo, se desplazan para alimentarse, sobre todo si dichas zonas abiertas están rodeadas por ecosistemas forestales (hayedos, en este caso). De este modo, *Cryobius cantabricus*, *Nebria asturiensis* y *Pterostichus cantaber* son especies típicas de los hayedos de la zona estudiada (TABOADA *et al.*, 2004).

En conclusión, se confirma la influencia de la vegetación de sotobosque, tanto por su composición herbácea o arbustiva como por su grado de desarrollo, en la distribución de las especies de carábidos. Se observaron diferencias en la riqueza y abundancia de los carábidos capturados, no sólo debidas a las edades de las parcelas repobladas (2-3 y 10-12 años), sino también a diferencias en el tipo de vegetación de sotobosque de las parcelas pertenecientes a una misma edad. Estos resultados contribuyen a la mejora del conocimiento de las preferencias de hábitat de los carábidos, para su posterior aplicación como bioindicadores de cambio en las condiciones ambientales (RAINIO & NIEMELÄ, 2003), especialmente en ecosistemas forestales, donde la alteración de la estructura del ecosistema influye directamente en su distribución, implicando la desaparición de especies especialistas forestales o reduciendo su presencia (JUKES *et al.*, 2001; KOIVULA *et al.*, 2002).

**Agradecimientos:** Los autores agradecen al Servicio Territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León la concesión de los permisos de captura, la información suministrada, así como la colaboración prestada por los Guardas Forestales de las distintas zonas. Este estudio ha sido financiado por la Junta de Castilla y León (proyecto 2003/25, ref. LE031/03). Ángela Taboada es becaria de la Junta de Castilla y León.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDÚJAR, A. y SERRANO, J.; 2001. *Revisión y filogenia de los Zabrus Clairville, 1806 de la Península Ibérica (Coleoptera, Carabidae)*. Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 5, Zaragoza.
- BUTTERFIELD, J.; 1997. Carabid community succession during the forestry cycle in conifer plantations. *Ecography* 20: 614-625.
- CAMPOS, A.M.; 2003. Estudio de los Carabidae (Coleoptera) de Galicia. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- DE LA FUENTE, J.M.; 1927. *Tablas analíticas para la clasificación de los coleópteros de la Península Ibérica. Adepaga: Cicindelidae, Carabidae*. J. Bosch, Barcelona.
- ELEK, Z.; MAGURA, T. & TÓTHMÉRÉSZ, B.; 2001. Impacts of non-native Norway spruce plantation on abundance and species richness of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Web Ecology* 2: 32-37.
- HUMPHREY, J.W.; HAWES, C.; PEACE, A.J.; FERRIS-KAAN, R. & JUKES, M.R.; 1999. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *Forest Ecol. Manag.* 113: 11-21.
- JEANNEL, R.; 1941-1942. *Coléoptères Carabiques*. Faune de France, vol. 39 & 40. Lechevalier, Paris.
- JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F. & VAN TONGEREN, O.F.R.; 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- JUKES, M.R.; PEACE, A.J. & FERRIS, R.; 2001. Carabid beetle communities associated with coniferous plantations in Britain: the influence of site, ground vegetation and stand structure. *Forest Ecol. Manag.* 148: 271-286.
- KOIVULA, M.; KUKKONEN, J. & NIEMELÄ, J.; 2002. Boreal carabid-beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblages along the clear-cut originated succession gradient. *Biodivers. Conserv.* 11: 1269-1288.
- LINDROTH, C.H.; 1974. *Coleoptera Carabidae. Handbooks for the Identification of British Insects*, vol. 4(2). Royal Entomological Society, London.
- LUIS-CALABUIG, E.; TÁRREGA, R.; CALVO, L.; MARCOS, E. & VALBUENA, L.; 2000. History of landscape changes in Northwest Spain according to land use and management. In: Trabaud L. (ed.), *Life and Environment in the Mediterranean*: 43-86. Wit Press, United Kingdom.
- MAGURA, T.; TÓTHMÉRÉSZ, B. & ELEK, Z.; 2003. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodivers. Conserv.* 12: 73-85.
- MARTÍNEZ GARCÍA, F.; 2002. ¿Qué valor tiene el argumento de las "repoblaciones antiguas"? El ejemplo de los pinares albares del Sistema Central. *Anales de Biología* 24: 45-63.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2002. *Plan Forestal Español (2002-2032)*. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- MOORE, S.E. & ALLEN, H.L.; 1999. Plantation forestry. In: Hunter, M.L. Jr. (ed.), *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*: 400-433. Cambridge University Press, Cambridge.
- NIEMELÄ, J.; LANGOR, D. & SPENCE, J.R.; 1993. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in Western Canada. *Conserv. Biol.* 7: 551-561.
- NIEMELÄ, J.; HAILA, Y. & PUNTTILA, P.; 1996. The importance of small-scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest-floor invertebrates across the succession gradient. *Ecography* 19: 352-368.
- ORTUÑO, V.M. y MARCOS, J.M.; 2003. *Los Caraboidea (Insecta: Coleoptera) de la comunidad autónoma del País Vasco*. Tomo I. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- PELÁEZ, M.C.; 2004. Estudio faunístico, ecológico y biogeográfico de los Carabidae (Coleoptera) del macizo del Suevo (Asturias, España). Tesis Doctoral, Universidad de León, León.
- PENAS, A.; GARCÍA, M.E. y HERRERO, L.; 1995. *Series de vegetación. Atlas del medio natural de la provincia de León*. Instituto Tecnológico Geominero de España y Diputación de León, León.
- PETERKEN, G.F.; 1996. *Natural Woodland. Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- RAINIO, J. & NIEMELÄ, J.; 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodivers. Conserv.* 12: 487-506.
- SERRANO, J.; 2003. *Catálogo de los Carabidae (Coleoptera) de la Península Ibérica*. Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 9, Zaragoza.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W.; 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL.
- SPENCE, J.R.; LANGOR, D.W.; NIEMELÄ, J.; CÁRCAMO, H.A. & CURRIE, C.R.; 1996. Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species. *Ann. Zool. Fenn.* 33: 173-184.
- TABOADA, A.; KOTZE, D.J. & SALGADO, J.M.; 2004. Carabid beetle occurrence at the edges of oak and beech forests in NW Spain. *Eur. J. Entomol.* 101: 555-563.
- TRAUTNER, J. & GEIGENMÜLLER, K.; 1987. *Tiger Beetles, Ground Beetles: Illustrated Key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe*. Margraf, Germany, 488 pp.
- VÁZQUEZ, M.G.; 1990. *Estudio faunístico, biogeográfico y ecológico de los Caraboidea (Coleoptera) entre las cuencas de los ríos Bernesga, Torío y Porma (León, España)*. Tesis Doctoral, Universidad de León, León.

**LEYENDAS**

**Figura 1a.** Localización de las especies de carábidos en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias canónicas. Las variables ambientales se representan como vectores. Porcentaje de varianza de la relación especies -variables ambientales: eje I 48%, eje II 26%. (Ver clave en el listado de especies, Tabla).

**Figura 1b.** Localización de las parcelas de pinar en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias canónicas.

**Tabla.** Especies de carábidos capturadas. El Hábitat indica la autoecología de cada especie (F = especialista forestal, G = generalista, O = especialista de zonas abiertas y despejadas), de acuerdo con la información bibliográfica recopilada: DE LA FUENTE (1927), JEANNEL (1941-1942), LINDROTH (1974), VÁZQUEZ (1990), ANDÚJAR y SERRANO (2001), CAMPOS (2003), ORTUÑO y MARCOS (2003), y PELÁEZ (2004). Se incluyen la riqueza y diversidad de cada parcela muestreada.

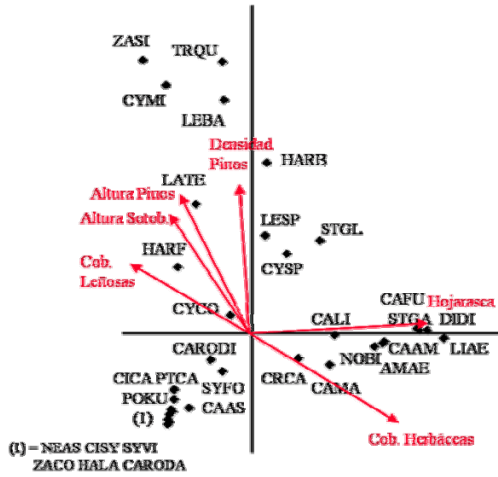


Figura 1 a

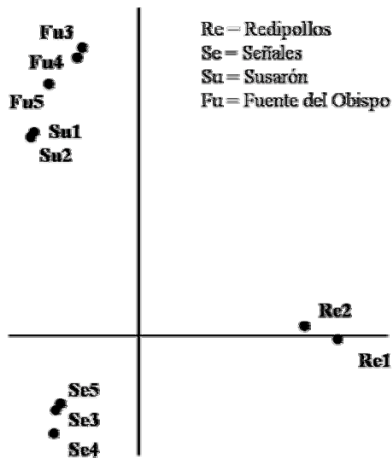


Figura 1 b

