

Agricultura, paisaje y conectividad

Jacques Baudry

Introducción

La agricultura representa la actividad humana a la que se ha dedicado la mayor parte de la superficie europea en los últimos milenios. Como consecuencia ha desempeñado tradicionalmente, y aún en la actualidad, un papel relevante como modelador de la distribución y abundancia de las especies animales y vegetales, papel que se reconoce actualmente en las recientes políticas agro-ambientales emergentes, cuyo principal objetivo es la conservación de la biodiversidad en regiones agrícolas.

Por otro lado, es un hecho ampliamente aceptado que la dinámica poblacional de muchas especies está favorecida por el desarrollo de actividades agropecuarias, por lo que actualmente se reconoce que, desde el punto de vista de la conservación de la naturaleza, el abandono de la agricultura representa una amenaza similar a la de la intensificación de los usos agrarios (Baudry y Bunce, 1991). Ello adquiere especial importancia en la zona mediterránea, donde el bosque maduro alberga especies de zonas templadas, fundamentalmente aves (Blondel y Farré, 1988; Suárez Seoane *et al.*, 2002). Por tanto, es fundamental profundizar en cómo las actividades agropecuarias pueden favorecer la conservación de la naturaleza. La mayoría de las aproximaciones en este sentido se desarrollan a escala local (Paoletti, 1999), y se han realizado algunos estudios a escala de paisaje (Ryszkowski, 2002), donde la conectividad es un factor clave. El uso de escalas amplias es fundamental para la gestión efectiva de la relación entre la biodiversidad y la agricultura en el ámbito regional, sin embargo este tipo de aproximaciones es en la actualidad aún escaso.

La comprensión del papel de la agricultura en la conectividad ambiental exige información relativa a la conectividad ecológica, pero también datos específicos

relacionados con las actividades agrícolas. El análisis de la conectividad requiere un conocimiento de la totalidad de la matriz territorial, y no sólo de los corredores (Ricketts, 2001). La información específica relativa a las actividades agrícolas se refiere al funcionamiento de las explotaciones.

El objetivo de este documento es contribuir al debate sobre conectividad ambiental mediante el análisis de:

- La agricultura y cómo ésta se relaciona con la biodiversidad.
- Las implicaciones para la conectividad a diferentes escalas.
- Las implicaciones del control de la agricultura enfocado a mejorar o mantener la biodiversidad.

La necesidad de prestar más atención a la conservación de la biodiversidad fuera de los límites de reservas y parques, así como la necesidad de desarrollar una agricultura multifuncional, constituyen las bases para abordar conservación y agricultura con enfoques más integradores.

Agricultura y biodiversidad

La relación entre la agricultura y la biodiversidad ha sido extensamente estudiada desde el punto de vista ecológico, aunque escasamente entendido desde la perspectiva agronómica. Los estudios se han centrado casi exclusivamente en el impacto de la agricultura y de los cambios de uso del suelo sobre la diversidad, y el sistema de usos se ha considerado tan sólo como una variable más de las relevantes en el marco de los análisis ecológicos. Sin embargo, se ha prestando escasa o nula atención al análisis de cómo los sistemas de usos del suelo modelan los patrones de biodiversidad. Este vacío en el análisis de la relación positiva entre la agricultura y la biodiversidad puede desvirtuar la representación del sistema, especialmente al no considerarse el subsistema de decisión.

La industria agropecuaria, al igual que todos los sistemas de usos del suelo, tiene componentes y objetivos sociales, técnicos y ecológicos. Los objetivos determinan la elección de los componentes técnicos, pero si no contemplan aspectos ecológicos pueden ocasionar daños colaterales sobre la biodiversidad. Sin embargo, estos efectos colaterales también pueden ser positivos, como por

ejemplo la alta diversidad de especies que se desarrolla en algunos paisajes agrícolas. La comprensión de estas interacciones es clave para establecer la toma de decisiones en cuanto al uso del suelo y al desarrollo de acciones en el sistema. Esta realidad debe ser tomada como base en el establecimiento de negociaciones entre agricultores y gestores de la naturaleza.

El concepto principal se centra en el término *explotación agropecuaria*, el cual se asocia a “un sistema dentro del cual agricultores y ganaderos basan sus actividades en un conjunto de reglas con el fin de alcanzar los objetivos de producción”, pero también, en la mayoría de los casos, lograr la sostenibilidad del potencial productivo de la tierra (Fresco *et al.*, 1994). Ello implica una coordinación del uso de las diferentes parcelas, así como el diseño de las mismas (ej. tamaño, tipología de fronteras, cercas) (Papy, 2001). Constituye el sistema de cultivo a escala de explotación agropecuaria.

La gestión del territorio en la explotación agropecuaria y la asignación de usos del suelo son los dos factores principales que controlan la biodiversidad. En un extremo del gradiente, el paradigma lo constituye el control con tecnología y los elevados aportes de energía al sistema. En el otro extremo, se encontraría el control del sistema mediante la optimización de la heterogeneidad de teselas a partir del diseño del paisaje y de la distribución de cultivos. El uso de uno u otro tipo de control sobre el sistema no varía el producto comercial obtenido (ej. leche, carne). Los sistemas controlados por aportes energéticos se ven favorecidos por políticas agrícolas que potencian la producción de artículos de mercado, como hizo por ejemplo la UE durante los años setenta. El cambio a la multifuncionalidad debería estimular el diseño de paisajes ecológicos y de usos del suelo.

Los modelos y políticas desarrollados, enfocados a integrar la conservación de la naturaleza y la agricultura, se centran bien en el diseño del paisaje (establecimiento de corredores biológicos), bien en el fomento de buenas prácticas relacionadas con el uso del suelo, como por ejemplo el menor uso de pesticidas. Sin embargo, la gestión efectiva para alcanzar esa integración requiere la combinación de ambas estrategias. Por un lado, la calidad ecológica del corredor no es independiente del uso del territorio circundante (Le Coeur *et al.*, 2002) y por otro lado, el desarrollo de prácticas menos contaminantes no resulta suficiente para proporcionar nuevos elementos al paisaje, especialmente perennes (ej. hileras de herbáceas, setos).

El análisis de los sistemas de explotación agropecuarios permite interpretar las reglas para la asignación adecuada de usos del suelo y comprender la organización del mosaico paisajístico. Varios son los factores que determinan la adecuación de la tipología de usos agropecuarios: desde la heterogeneidad edáfica a la sucesión de cultivos, así como la disponibilidad de mano de obra y maquinaria (Thenail, 1999). El tipo de producción (leche, cultivos comerciales, carne, etc.) es por supuesto de importancia fundamental, aunque la retroalimentación entre las restricciones agropecuarias y el tipo de producción no siempre queda claro.

Los patrones de los paisajes agrarios surgen de esta combinación de usos diversos del suelo inter e intra explotaciones (Baudry y Papy, 2001). La heterogeneidad paisajística, derivada de los usos agrícolas, pueden agruparse de manera jerárquica. En un primer nivel se puede diferenciar entre tierras agrícolas y no agrícolas. En un segundo, la tierra agrícola puede diferenciarse en función de la persistencia del cultivo (perenne, plurianual o anual). El siguiente nivel estaría determinado por la consideración de cultivos únicos o mezclados, y así sucesivamente. Dentro de una misma estación de cultivo coexisten varias tipologías de teselas paisajísticas, desde teselas de suelo desnudo, originadas después del arado, hasta manchas de vegetación de diferente altura y volumen. Algunos cultivos producen flores, pero pueden ser segados pronto, etc. Los diferentes cultivos y estados de maduración originan diferentes tipologías de hábitats y de zonas de alimentación y de refugio para diversas especies faunísticas. La permeabilidad del paisaje agrario (la facilidad con la que un organismo puede atravesarlo) depende en gran medida de los tipos de cultivo que coexistan en el paisaje y de su distribución en el espacio. Además dentro de una misma tipología, la permeabilidad varía también según las estaciones. Esta variabilidad en la permeabilidad del paisaje agrario va a determinar la variabilidad de usos potenciales de las distintas especies faunísticas. Ouin *et al.* (2000) demostraron esta hipótesis para el caso de pequeños mamíferos.

La gestión del cultivo puede también dar lugar a cambios en la permeabilidad. Como por ejemplo el mantenimiento de la humedad, como consecuencia del riego, disminuye la permeabilidad para algunas especies como la perdiz.

El cambio en el cultivo de cereales de primavera a cereales de invierno ejemplifica la importancia de la dinámica intra-anual. En el Reino Unido, este cambio produjo un enorme impacto negativo sobre las poblaciones de aves, ya que originó la desaparición de ruderales de invierno, utilizadas por la avifauna como fuente de alimento (Robinson y Sutherland, 2002).

Las explotaciones agropecuarias y los paisajes pueden diferenciarse mediante sus sistemas de cultivo. La sustitución de cultivos, la forma en que estos se suceden en el tiempo, es otro concepto importante. Constituye la base para el establecimiento de buenas prácticas agropecuarias enfocadas a evitar enfermedades y conservar los nutrientes del suelo.

El *sistema de cultivo regional*, definido como *la combinación de cultivos derivada de la organización específica de usos del suelo en una región*, es un concepto en auge (Papy, 2001). Puede resultar un instrumento útil para vincular los sistemas de usos del suelo con los sistemas ecológicos. Un sistema de cultivo crea mosaicos de paisaje específicos que caracterizan la agricultura de la región. A partir de la consideración del mosaico de cultivos y de los cambios interanuales es posible conocer los patrones espaciales de los distintos estadios de los cultivos a diversas escalas temporales.

Además del uso y gestión de las parcelas, una cuestión medioambiental de relevancia es la estructura y gestión de los límites de dichas parcelas, relacionados funcionalmente con la tipología del uso agrícola (Thenail *et al.*, 2000; Le Coeur *et al.*, 2002).

En conclusión, agricultores y ganaderos controlan la tipología y calidad de hábitats, pero pueden tener escaso control sobre la distribución espacial de los mismos, excepto en el caso de grandes explotaciones que constituyen en sí mismas un “paisaje”. La situación guarda semejanza con la de la gestión del agua, ya que ni agricultores ni ganaderos gestionan a la escala de cuencas hidrográficas sino sobre parte de la unidad ecológica funcional. Esta cuestión es a menudo ignorada desde las políticas sectoriales, y constituye un “vacío de escala” entre las prácticas agropecuarias desarrolladas a escalas de detalle y la planificación desarrollada a escala regional. Sólo la cooperación entre agricultores y ganaderos para un uso concertado de la tierra puede llenar este vacío. En la evaluación de políticas debe concederse una elevada prioridad a esta cuestión (Papy y Torre, 2002).

La representación de agricultura y biodiversidad

Proponemos la utilización de una visión jerárquica en ecología y agronomía para elaborar algunas representaciones de las interacciones existentes entre la actividad agropecuaria y sistemas ecológicos en los niveles paisajístico y regional. En esta representación (Figura 1), se muestran tanto los factores inmediatos que controlan directamente la dinámica del paisaje como los factores primarios que ejercen control a través de los sistemas agropecuarios.

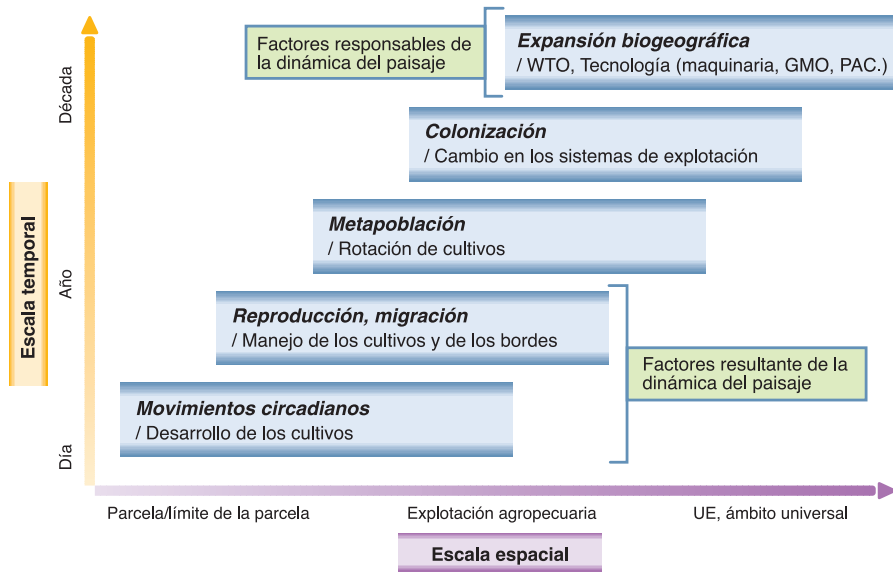


Figura 1. Aproximación jerárquica de los paisajes. Procesos ecológicos (en cursiva y negrita)/ actividades de producción.

Entre los países de la Unión Europea, la denominada Política Agrícola Común (PAC), ha tenido, de hecho, efectos dispares que han conducido a una creciente diferenciación de la producción entre regiones (Laurent y Bowler, 1997). Unas regiones producen leche y otras cereales, dando lugar a un elevado contraste en el uso del suelo, y, por ende, en los patrones de paisaje entre regiones adyacentes, lo que probablemente reduce la conectividad ambiental a escalas amplias. Además, los medios técnicos puestos en práctica para una producción pueden dar lugar a usos del suelo contrastados, tal y como queda ejemplificado en el caso de la producción láctea (Baudry *et al.*, 1997).

Conectividad Ambiental

La conectividad ambiental es, sin duda, un concepto central de la ecología del paisaje que ha promovido numerosos estudios de campo y diseño de modelos (Burel y Baudry, 1999). La conectividad se define como “*la capacidad del territorio para permitir el flujo de una especie entre teselas con recursos*” (Taylor *et al.*, 1993), y está relacionada con la posibilidad de desplazamiento de las

especies en y a través de los paisajes. Los desplazamientos pueden relacionarse con la presencia de corredores biológicos continuos y con estriberones (corredores discontinuos). El tamaño de los estriberones o puntos de paso y su fragmentación es un aspecto relevante a tener en cuenta, ya que estos elementos del paisaje pueden constituir hábitats temporales para algunas especies. Un ejemplo es el caso de las marismas costeras para las aves migratorias, donde el drenaje de estas zonas húmedas para su transformación en tierra de cultivo disminuye el tamaño de los recursos de conectividad (puntos de paso). Aunque ahora se reconozca como un aspecto funcional de la ecología del paisaje y no meramente como un aspecto estructural, la conectividad sigue “sufriendo” como consecuencia de una perspectiva estructural en la que se hace espacial hincapié en determinados elementos del paisaje (corredores), como los setos. Al igual que en cualquier proceso paisajístico, la conectividad debe ser considerada desde una perspectiva multiescalar.

El desplazamiento de individuos – en sus distintas fases o estadios – se puede escalar temporal y espacialmente, desde los desplazamientos circadianos de la fauna en busca de alimento, hasta los desplazamientos relacionados con la migración o colonización de especies animales y vegetales hacia hábitats vacíos. El rango de especies y la capacidad de dispersión de éstas determinan las escalas espaciales y temporales a considerar. Por ejemplo, un seto es un corredor para los carábidos, pero dada la reducida capacidad de desplazamiento de estos, pueden emplear varias generaciones en recorrer la longitud completa del corredor, mientras que un ave o un pequeño mamífero pueden recorrer esa misma distancia en minutos o en días.

Las especies de grano fino, con una reducida capacidad de dispersión, perciben de forma diferente los cambios en el paisaje, ya que pueden persistir incluso en pequeños fragmentos del hábitat original. Por otro lado, las especies de grano grueso (ej. mamíferos depredadores) no son capaces de persistir cuando se reduce parcialmente su hábitat. Por tanto, la distribución de especies de grano fino refleja más los patrones paisajísticos del pasado que los actuales (ver Burel, 1993 para los insectos).

Al diseñar la planificación, es importante clarificar qué clase de conectividad queremos promover. ¿Queremos disponer de suficiente número de hábitats conectados para sostener poblaciones y metapoblaciones y mantener intercambios continuos en toda la amplitud del rango biogeográfico de las

especies, o aspiramos principalmente a mantener la conectividad regional para distintas metapoblaciones?

Si los corredores son importantes, entonces, la amplitud y densidad de las redes requeridas por las distintas especies para sobrevivir como poblaciones serán muy diferentes. El área sobre la que los sistemas de explotación agropecuaria sustentan el paisaje también tiene que ser diferente. Se puede pensar que si un paisaje es adecuado para especies de grano grueso también lo será para las de grano fino. De hecho, las especies de rangos amplios de dispersión perciben un menor número de vacíos en los corredores que las especies con escasa capacidad de dispersión.

La conectividad depende en realidad de la utilización de paisajes regionales completos y de la dinámica de dicha utilización.

La dinámica de los paisajes agrícolas difiere marcadamente de la de los paisajes naturales. En estos últimos la dinámica es interna a las teselas del paisaje (crecimiento, sucesión, acumulación de combustible que incrementa el riesgo de incendios, etc.) incluso en el caso de episodios catastróficos (inundaciones, huracanes o tormentas eléctricas) de origen externo. En los paisajes agrícolas los cambios son mucho más estocásticos. Desde la perspectiva de las teselas del paisaje, las decisiones relativas al uso del suelo (Figura 1) se establecen en el campo socio-técnico, ajeno a la ecológica. La conectividad entre cultivos varía de año en año en función de decisiones particulares de los agricultores, por la eliminación o plantación de setos. Vista desde la perspectiva de la flora y la fauna, la aleatoriedad puede ser enorme. Ésta es la razón por la que el incremento de la superficie dedicada a cultivos anuales en el paisaje favorece las especies vegetales y animales con elevadas capacidades de dispersión. Por el contrario, las especies de reducida capacidad de dispersión tienen mayores dificultades para adaptarse a los cambios de cobertura o usos del suelo y encontrar hábitats adecuados.

Además de su relación con la biodiversidad, la conectividad es un concepto útil cuando se consideran otros procesos ecológicos, tales como el ciclo de los nutrientes, la protección del suelo frente a la erosión, etc. En este caso, el problema fundamental es la interrupción de los flujos de nutrientes o de los flujos hídricos superficiales. Las redes de corredores destinados a la dispersión de especies a menudo son eficaces en el restablecimiento de estos flujos vectoriales.

Con relación a los nutrientes, las zonas tampón, como por ejemplo setos, bosques de ribera y pastizales, son potencialmente desnitrificantes, protegiendo así los recursos hídricos (Haycock *et al.*, 1996). Estas zonas tampón también son útiles en el control de la erosión, como por ejemplo los mosaicos de cultivos de grano fino, que evitan la presencia de suelo desnudo durante la estación de lluvias o la de vientos. La interacción entre los flujos geoquímicos y la biodiversidad es un campo de investigación en fase de desarrollo enfocado a mejorar el conocimiento del papel de la biodiversidad (Naeem, 2002). A la inversa, el papel de los flujos biogeoquímicos, en especial los flujos de nutrientes, es de gran importancia para el mantenimiento o el deterioro de la biodiversidad. Forma parte del funcionamiento más general de las cadenas tróficas y del papel desempeñado por la estructura del paisaje en dicho funcionamiento (Polis *et al.*, 1997). Estas cadenas tróficas pueden verse muy alteradas por las actividades agropecuarias, desde la escala local a la global, pero es posible diseñar paisajes que mantengan los nutrientes dentro de un área limitada y reforzar las interacciones tróficas (Baudry y Burel, en prensa).

El seguimiento de la agricultura

Como actividad suministradora de alimentos, la agricultura y la producción agrícola han sido supervisadas desde épocas antiguas. Hoy disponemos de numerosas fuentes de información: censos, imágenes satélite para realizar previsiones de producción, comprobar la planificación de excedentes, etc. El potencial de la cartografía y su análisis es importante, aunque no tengo conocimiento de su uso desde el punto de vista de la biodiversidad.

La combinación de mapas *Land Cover* y el conocimiento del funcionamiento de los sistemas de explotación agropecuaria puede dar lugar al empleo de una nueva representación de paisajes, de utilidad en el desarrollo de modelos ecológicos. Hemos empezado con paisajes a escala local (Baudry *et al.*, en prensa). La información básica se centra en las relaciones entre los patrones paisajísticos y los sistemas de explotación agropecuaria (Baudry *et al.*, 2000; Thenail, 2002) .

Los enfoques regionales deben ser igualmente factibles. El objetivo consiste en obtener los diversos patrones paisajísticos que tengan importancia para los diferentes tipos, diferenciándolos por requisitos de hábitat y capacidad de dispersión, de especies interesantes desde el punto de vista de la conservación. Ésta es la finalidad del proyecto LUCAS, iniciativa de EUROSTAT

(www.landsis.lu/projects/), cuyo objetivo es recopilar información sobre los usos del suelo y coberturas, centrándose de modo especial en la agricultura. La aproximación incluye información sobre setos y otros elementos lineales del paisaje. Este tipo de información permitiría avanzar en aproximaciones de conectividad a escalas amplias, como el desarrollado por Osborne *et al.* (2002) en España para la avutarda.

Conclusión

La agricultura y la biodiversidad todavía tienen que recorrer un largo camino juntos. Su combinación es una expresión tanto de la ecología como de la cultura, y los objetivos de sostenibilidad y multifuncionalidad exigen que ambas se desarrollen. La participación de la agricultura en la conservación de la naturaleza complementa la existencia de reservas y parques nacionales. Debido al impacto negativo que las prácticas agropecuarias han tenido sobre la flora y la fauna durante las últimas décadas, la relación entre la agricultura y la conservación de la naturaleza se percibe a menudo y de forma exclusiva como origen de conflictos. Esta percepción negativa de la agricultura sobre la biodiversidad puede modificarse en positivo si se establece un nuevo marco conceptual en el que se combine el funcionamiento de la agricultura y de los sistemas ecológicos. Esto permitirá establecer adecuadamente los cambios necesarios en los sistemas agropecuarios para satisfacer los requerimientos de conectividad ambiental. Esos cambios implican tanto la creación de nuevos hábitats, como setos, y el uso de prácticas novedosas a escala de explotaciones agropecuarias.

A efectos de la conectividad en el paisaje, las políticas agrícolas deben incluir aspectos regionales y varias explotaciones. El control general de flujos bióticos y abióticos en el paisaje debería ser objeto de especial atención, ya que los flujos abióticos pueden ser fuente de contaminación, y las alteraciones sobre los flujos bióticos modifican las funciones tróficas.

Agradecimientos: Quiero expresar mi gratitud al ministerio responsable del medio ambiente por el apoyo prestado a mi investigación sobre agricultura y biodiversidad. El presente documento es el número 2 del programa de coordinación DIVA. Este documento se beneficia también de la aportación realizada por el proyecto GREENVEINS (EVK2–2000–22010) de la UE.

Referencias

- Baudry, J. y Bunce, R.G.H. (Eds.), 1991. *Land abandonment and its role in conservation.*, *Options Méditerranéennes*, A15. 148 pp.
- Baudry, J.; Bunce, R.G.H. y Burel, F., 2000. Hedgerow diversity: an international perspective on their origin, function, and management. *Journal of Environmental Management* 60: 7-22.
- Baudry, J.; Burel, F.; Aviron, S.; Martin, M.; Ouin, A.; Pain, G. y Thenail, C., En prensa. Temporal variability of connectivity in agricultural landscapes: Do farming activities help? *Landscape Ecology*.
- Baudry, J.; C. Laurent y Denis, D., 1997. The technical dimension of agriculture at a regional scale: methodological considerations. C. Laurent y I. Bowler (Eds.), *CAP and the regions: Building a multidisciplinary framework for the analysis of the EU agricultural space*. Paris, INRA Editions: 161-173.
- Baudry, J. y Papy, F., 2001. The role of landscape heterogeneity in the sustainability of cropping systems. En: J. Nösberger; H.H. Geiger y P.C. Struik (Eds.), *Crop Science - Progress and Prospects*. Oxon, Cabi Publishing: 243-259.
- Blondel, J. y Farré, H., 1988. The convergent trajectories of bird communities along ecological successions in european forest. *Oecologia* (Berlín) 75: 83-93.
- Burel, F., 1993. Time lags between spatial pattern changes and distribution changes in dynamic landscapes. *Landscape and Urban Planning* 24: 161-166.
- Burel, F. y Baudry, J., 1999. *Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications*. Paris, Lavoisier. 359. p.
- Edición española de 2002. *Ecología del paisaje*. Barcelona, Mundi Prensa. 353 p.
- Edición inglesa en prensa. *Landscape Ecology*, Oxford & IBH Publishing Co. p.
- Fresco, L.O.; Stroosnijder, L.; Bouma, J. y van Keulen, H. (Eds.), 1994. *The future of the land: Mobilising and integrating knowledge for land use option*. West Sussex, Wiley & Sons. pp. 409
- Laurent, C. y Bowler, I. (Eds.), 1997. *CAP and the regions: Building a multidisciplinary framework for the analysis of the EU agricultural space*. Paris, INRA Editions.
- Le Coeur, D.; Baudry, J.; Burel, F. y Thenail, C., 2002. Why and how we should study field boundaries biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89(1-2): 23-40.
- Osborne, P.E.; Alonso, J.C. y Bryant, R.G., 2002. Modelling landscape-scale habitat using GIS and remote sensing: a case study with great bustards. *Journal of Applied Ecology* 38: 458-471.
- Ouin, A.; Paillat, G.; Butet, A. y Burel, F., 2000. Spatial dynamics of *Apodemus sylvaticus* in an intensive agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystem, Environment*, 78: 159-165.

- Paoletti, M.G., 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 1-18.
- Papy, F., 2001. Interdépendance des systèmes de culture dans l'exploitation agricole. En: E. Malézieux; G. Trébuil y M. Jaeger (Eds.), *Modélisation des agro-écosystèmes et aide à la décision*. Montpellier, Editions CIRAD-INRA, collection Repères: 51-74.
- Papy, F., 2001. Pour une théorie du ménage des champs : l'agronomie des territoires. *Compte Rendus de l'Académie d'Agriculture*, 87(4): 139-149.
- Papy, F. y Torre, A., 2002. Quelles organisations territoriales pour concilier production agricole et gestion des ressources naturelles? *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 33.
- Ricketts, T.H., 2001. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist* 157: 87-99.
- Robinson, R.A. y Sutherland, W.J., 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology* 39: 157-176.
- Ryszkowski, L. (Ed.), 2002. *Landscape ecology in agroecosystem management. Advances in Agroecology*. Boca Raton, CRC Press. pp. 366
- Suarez Seoane, S.; Osborne, P.E. y Baudry, J., 2002. Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements to agricultural land abandonment in northern Spain. *Biological Conservation* 105(3): 333-344.
- Taylor, P.D.; Fahrig, L.; Henein, K. y Merriam, G., 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-573.
- Thenail, C., 1999. The spatial organization of farms and farming activities (fields and hedgerows management) in a bocage landscape: contribution to the landscape structuring. En: C.H. Jacobsen; C. Thenail y K. Nilsson (Eds.), *Agrarian landscapes with linear features: an exchange of interdisciplinary research experiences between France and Denmark*. Actas del seminario de investigación franco-danés, Rennes, 2 al 5 de Mayo de 1998. Hoersholm, Danish Forest and Landscape Research Institute. 3: 93-114.
- Thenail, C., 2002. Relationships between farm characteristics and the variation of the density of hedgerows at the level of a micro-region of bocage landscape. Study case in Brittany, France. *Agricultural Systems* 71: 207-230.
- Thenail, C.; Le Coeur, D. y Baudry, J., 2000. Relationships between field boundaries, farming systems and landscape: consequences on biodiversity pattern in agrarian landscapes. *4th European symposium on European Farming and Rural Systems Research and Extension: environmental, agricultural and socio-economic issues.*, Volos, Association for Farming System Research and Extension, European group.