

Biodiversidad de malezas

Cilia L. Fuentes; Clemencia Gómez de Enciso¹

Resumen.

El concepto de biodiversidad ha tenido varias interpretaciones, sin embargo, desde el punto de vista de las ciencias ecológicas, se entiende como la conjunción del número de especies (o riqueza) y su abundancia relativa. Se enfatiza aquí, la importancia de mantener la biodiversidad de los agroecosistemas, y en particular, de la biodiversidad de malezas. Ya que el reconocimiento de la diversidad de malezas implica la identificación de las especies, se destaca la importancia de su correcto reconocimiento, recomendando a los lectores sitios en la web y publicaciones.

Palabras claves: Flora de malezas, riqueza, diversidad.

Key words: Weed flora, richness, diversity.

Que se entiende por biodiversidad?

Biodiversidad es un término que hace referencia a las diferentes formas de vida y a los procesos naturales de los cuales todos los seres vivos forman parte. Indica también la manera como la vida está organizada y sus interacciones. Comúnmente se ha medido como el número de especies presentes en un área dada

(www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/weed_information/weedtype.php?id=-3).

La biodiversidad o diversidad de la vida es lo que posibilita la vida en el planeta. Es la variedad total de las entidades vivas, la cual tiene relación con sus genomas y con los hábitats o ecosistemas donde ocurren (<http://www.biodiv.org/>. The Convention on Biological Diversity, 2007). La enorme reserva genómica que el conjunto de especies vivientes posee, constituye la base de su evolución, su adaptación y protección contra agentes deletéreos y, por consiguiente, de su permanencia sobre la tierra. De otra parte, la biodiversidad permite el ciclaje de nutrientes y el flujo de energía a través de las cadenas alimenticias, otro pilar de la permanencia y la continuidad de la vida, en el que los organismos fotosintetizadores en general y las plantas en particular, desempeñan un papel primordial.

¹Profesora Titular y estudiante de doctorado, respectivamente. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá, D.C. Colombia. E-mail: cfuentesd@unal.edu.co

Dentro del contexto de las ciencias ecológicas, el uso del término “diversidad” como actual precursor del término “biodiversidad”, tiene unos claros

antecedentes científicos, derivados de teorías de la información ([Shannon, 1948](#), [Wiener, 1961](#), y [Shannon y Weaver, 1963](#)). Usos secundarios del término “biodiversidad”, tales como los empleados por periodistas, políticos, otros contextos científicos y el público en general, diferentes a las ciencias ecológicas, emplean este término de una manera particular y a veces confusa (Büchs, 2003).

Ciñéndose al significado científico, (bio-)diversidad comprende dos componentes: (1) el de *riqueza* (o número diferente de especies), y (2) la expresión *de estructura de la dominancia* (frecuencia o porcentaje de cada elemento dentro del total del grupo considerado) ([Stugren, 1978](#)). De manera que el mismo grado de diversidad puede lograrse con un valor alto de riqueza de especies, o con un menor valor de riqueza pero mayor abundancia de elementos o individuos de las diferentes especies. Sin embargo, el componente de abundancia y su interpretación matemática no es considerado en los “usos secundarios”, de manera que el término biodiversidad, actualmente es usado con mucha frecuencia para expresar de una manera imprecisa, el número de diferentes elementos dentro de un conjunto, que a su vez, no está claramente definido (Büchs, 2003).

Interpretaciones más recientes del término “biodiversidad” no se restringen únicamente a expresar la riqueza o número de especies, sino también a variedades, razas, formas de vida y genotipos relacionados, o también a unidades del paisaje, tipos de hábitats, elementos estructurales (e.g. arbustos, cuerpos de agua), cultivos o diversidad de uso del suelo, entre otros. Finalmente, el término (bio-)diversidad está siendo usado en áreas y/o contextos con una relación muy lejana e indirecta a su significado ecológico, tales como diversidad de profesiones, de estilos de construcciones, de tipos de vehículos al interior de una región o comunidad definida (Büchs, 2003).

Como se indicaba anteriormente, a pesar que el término (bio) diversidad tiene un largo uso científico, no es ampliamente reconocido, conocido o usado por el público en general. Soini y Aakkula (2007) realizaron una encuesta, y muchas personas consideraron este un concepto difícil, o no les era familiar. Solo una sola persona entre todas las entrevistadas describió la biodiversidad en términos científicos. La percepción y el nivel conceptual fueron también muy diversos y heterogéneos entre los entrevistados. Igualmente, para el público en general, es difícil imaginar el significado de biodiversidad dentro de un contexto agrícola; este es más frecuentemente asociado con el ambiente forestal, y más aún, el concepto a nivel genético de biodiversidad está casi totalmente ausente ([Yliskylä-Peuralahti, 2003](#)).

Desde el punto de vista exclusivo del interés humano, la biodiversidad proporciona infinidad de recursos para sobrevivir (necesidades primarias) y para satisfacer un conjunto de necesidades secundarias. El medio ambiente provee la mayor parte de tales recursos, que los seres humanos obtenían en forma directa o manual, facilitando así su recuperación casi inmediata.

A partir de la evolución humana hacia el gregarismo y el posterior establecimiento de asentamientos o comunidades sedentarias, se evidenció la necesidad de intervenir los ecosistemas originales, diversos y autosostenibles, para transformarlos en los homogéneos y no siempre autosostenibles agroecosistemas. Es la manera como puede incrementarse la productividad agrícola para satisfacer las necesidades de pequeñas comunidades al principio y, en la actualidad, la demanda de los grandes mercados.

Un ecosistema original o no intervenido por el hombre, se caracteriza por la presencia de un número generalmente alto de especies biológicas en poblaciones relativamente pequeñas y poco densas, que conviven en equilibrio natural. En contraste, los agroecosistemas están constituidos por poblaciones homogéneas y de alta densidad. Por lo mismo, exigen la supresión o exclusión de las poblaciones vegetales espontáneas convertidas en un factor limitativo para efectos de la producción agrícola. El valor intrínseco de estas especies en lo ecológico, lo económico y lo ornamental, pasa a un segundo plano y se rompe el equilibrio original de la vida.

El establecimiento de agroecosistemas privilegia a unas pocas especies de plantas en detrimento de las demás. Las primeras en razón de su utilidad práctica y económica, las segundas porque dificultan el desarrollo de aquéllas, incrementan los costos de producción y causan reducción de los rendimientos de los cultivos.

El concepto de biodiversidad dentro de los agroecosistemas es específico tanto en tiempo como en espacio. El grado de biodiversidad de un agroecosistema, depende de la diversidad de la vegetación dentro y alrededor del mismo, de la permanencia de cultivos dentro, de la intensidad del manejo y el grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural (Altieri y Nicholls 2004). La diversidad de un agroecosistema en el espacio se puede expresar con base en la cantidad de sus constituyentes bióticos (cultivos, malezas, insectos, microorganismos, etc.) en proporción a la superficie que ocupan, mientras que la diversidad temporal se puede definir por la secuencia de cultivos o condiciones de las distintas parcelas que componen un sistema.

En general, se puede tener en cuenta dos tipos de biodiversidad dentro de un contexto agropecuario: (1) La biodiversidad planificada, la cual incluye a la variedad de plantas y de animales escogidos y situados dentro del sistema, por el agricultor. Esta biodiversidad se refiere a plantas de cultivos y animales de cría. (2) La biodiversidad asociada, la cual incluye a todas las otras especies encontradas dentro del sistema, aparte de aquellas incluidas en los planes del agricultor. Ejemplos incluyen a la vida silvestre, como aves y mamíferos, a los organismos del suelo y las malezas (Swift *et al.*, 1996).

Aspectos cuantitativos de la medición de la diversidad de especies

La composición de las especies y la diversidad, son rasgos característicos de la estructura de los ecosistemas y de sus funciones. Reflejan las interacciones abióticas y bióticas dentro y entre estos sistemas, en espacio y en tiempo. Por

otra parte, se ha determinado que la biodiversidad a nivel regional y mundial, decrece con el impacto humano directo o indirecto, y la riqueza de especies generalmente disminuye al incrementarse la intensidad de uso de los campos agrícolas (Dierssen, 2006).

Estrategias para desarrollar uso sostenible de los campos agrícolas, y que son aplicables al caso de las malezas en los campos de cultivo, están basadas en preguntas tales como (Dierssen, 2006):

(i) Como medir, estimar y monitorear la biodiversidad (o la biodiversidad de malezas)

(ii) Cual es el apropiado tamaño de muestra y de las dimensiones operacionales del sitio de muestreo, para comparar diferentes tipos de ecosistemas, diferentes sistemas de cultivo o sistemas de manejo de malezas?

(iii) Que especies o grupos de especies deben considerarse como indicadores para evaluar y monitorear la biodiversidad, o para evaluar la eficacia o el impacto de un sistema de control de malezas o de un herbicida?

(iv) Hay otras o más apropiadas características diferentes a la riqueza e índices de diversidad, que permitan desarrollar decisiones de manejo para el monitoreo o evaluación de las poblaciones de malezas?

Otras características incluyen atributos como (Dierssen, 2006):

(i) Si se trata de una especie nativa o introducida;

(ii) Estrategia de crecimiento, reproducción y forma de vida;

(iii) Estado hemeróbico (medida de la influencia humana en un ecosistema) que exprese el grado de impacto antropogénico;

(vi) la determinación de las características de especies raras y/o de aquellas que decrecen su frecuencia, como principal indicador de la disminución de la riqueza de especies.

Riqueza y flora de especies de malezas

De las cerca de 350 mil especies conocidas de plantas vasculares, y que pertenecen a unas 450 familias botánicas (www.interaktv.com/botany/plantfams.asp), apenas se han domesticado y cultivado por el hombre unas 3 mil. Holm *et al.* (1997), estiman a nivel mundial, entre 5 a 50 mil especies de plantas espontáneas asociadas con la actividad agrícola. Entre las obras mundialmente reconocidas como obras de referencia clásicas de la diversidad de malezas a nivel mundial, están las magnificas publicaciones de Holm *et al.* (1977, 1979, 1997, "The World's Worst Weeds", "A Geographical Atlas of World Weeds", y "World Weeds", respectivamente). De acuerdo con estas publicaciones, unas 200 especies son las más importantes por su nocividad y carácter invasor, a nivel mundial.

La siguiente pregunta es, cual es la riqueza de malezas por país, por región, por tipo de cultivo y por campo cultivado? Muchas publicaciones se han producido para responder a esta pregunta, sin embargo, aún faltan muchos estudios de flora de malezas a nivel de los países en vías de desarrollo. La siguiente pregunta se refiere a: como ha cambiado la flora de malezas en el tiempo en las zonas agrícolas? Evidentemente han ocurrido cambios en la composición florística de malezas de los campos de cultivo, muchos de estos cambios se encuentran registrados en la literatura. Por ejemplo, hace tres o cuatro décadas no se registraban especies de la familia Brassicaceae, que son importantes en el altiplano Cundiboyacense de Colombia (zonas altas de clima frío) comportándose como maleza en las zonas arroceras del centro del país (tierras bajas de clima cálido), y actualmente aparece con alguna frecuencia al menos una especie de esta familia. De manera similar, en el pasado la compuesta de género *Galinsoga*, especie frecuente en cultivos de clima frío y medio, no estaba presente en cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca (región cálida), y en la actualidad se ha registrado su presencia.

Al considerar la definición clásica de maleza como “Planta fuera de lugar”, el concepto de “maleza” es un concepto antropocéntrico, es decir, que se origina en las necesidades de los seres humanos. En la naturaleza no hay malezas, como tampoco desde el punto de vista taxonómico. Es un concepto ligado netamente a la producción agrícola. Por lo tanto, desde punto de vista taxonómico, desde algas hasta cualquier planta vascular podría comportarse y/o considerarse como una “maleza”, bajo circunstancias particulares. Se cita a continuación las divisiones en las que se encuentran agrupadas las plantas vasculares (Hole, 2007. <http://www.interaktv.com/botany/plantfams.asp>): *Psilotophyta* (*Pteridophytas*), *Equisetophyta*, *Polypodiophyta*, *Pinophyta* (Gimnospermas), *Magnoliophyta* (Angiospermas) Clases *Liliopsida* (Monocotiledóneas) y *Magnoliopsida* (Dicotiledóneas). La gran mayoría de plantas que interfieren o han interferido en algún momento con la actividad humana, pertenecen a las clases *Liliopsida* y *Magnoliopsida* de la división *Magnoliophyta*, y en particular, el mayor número de especies de malezas están concentradas en solo dos familias botánicas: Poaceae (monocotiledónea) y Asteraceae (dicotiledónea). Al revisar las publicaciones y bases de datos mundiales de floras de malezas o de identificación de malezas de muchos países, siempre las familias Poaceae y Asteraceae contienen el mayor número de especies de malezas. Sin embargo, se han registrado no pocos casos de plantas que se comportan como plantas indeseables de todas las otras divisiones. Los pinos por ejemplo, se constituyeron en plantas no deseadas en algunas localidades de las pampas Argentinas, o los helechos en los suelos ácidos de la zona cafetera de Colombia.

La riqueza y diversidad de malezas también se puede considerar desde otros puntos de vista, como los tipos de ecosistemas que son invadidos por estas especies; así, además de la flora de malezas asociada con sistemas de cultivos, otros sistemas tiene una flora de malezas particular, como los acuáticos, forestales, pastizales, urbanos, ruderales y naturales, entre otros.

Para obtener información sobre una planta, es necesario identificarla con su nombre científico, pues esta es la clave para encontrar la información que existe sobre ella. Desafortunadamente, la identificación correcta de plantas constituye un gran esfuerzo aún para un botánico profesional. Son numerosas las publicaciones, bases de datos y sitios web actualmente disponibles a nivel mundial, en los que se encuentra información para el reconocimiento de estas plantas y/o de sus características biológicas y ecológicas. A nivel internacional, está “A global compendium of weeds” (http://www.hear.org/gcw/alpha_select_gcw.htm) (Randall, 2002). Randall (2002) recopiló cerca de 21,000 entradas, que comprenden aproximadamente 18,000 taxa de malezas y 2500 nombres alternos. Cada entrada comprende información como: Género, especie, autor, familia, nombres alternos (o sinónimos), nombre comunes en varios idiomas, estatus, referencias, forma de vida, toxicidad, origen, entre otros. Otra base de datos mundial es la base de datos de malezas de la FAO “Important Weed Species in Crops and Countries” (<http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/IPM/Weeds/DB.htm>). Recopila información de malezas de 59 países en vías de desarrollo. W³TROPICOS (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>) es una base de datos del Missouri Botanical Garden, orientada a la nomenclatura de plantas, que permite verificar los nombres científicos. El sitio “Internet directory for botany: vascular plant families” (<http://herba.msu.ru/mirrors/www.helsinki.fi/kmus/botvasc.html>) permite encontrar numerosos sitios relacionados con descripción de familias, morfología, nomenclatura y otros aspectos de plantas vasculares-

En América Latina, sobresale la obra de Kissman (1991) y Kissman y Groth (1995), una obra formidable que recopila en tres volúmenes la flora de malezas de Brasil, y el sitio web en México “Malezas de México” (<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>); en este sitio, se encuentran fotografías de aproximadamente 900 especie y descripciones para cerca de 850 especies.

Beneficios de la flora de malezas

Deben tenerse en cuenta, además, los beneficios que este tipo de plantas traen a la agricultura: la vegetación espontánea es la base de la biodiversidad en los agroecosistemas, ya que se constituyen en hospederas de numerosos enemigos naturales de las plagas, y ayudan en su control. Facilitan así restablecer en parte el equilibrio ecológico, roto al transformar el ecosistema original en un agroecosistema. Algunos ejemplos: la maleza *Brassica campestris* (mostaza silvestre) aumenta la eficiencia y actividad de la avispa parásita *Apanteles glomeratus*, la cual realiza un mejor control de la mariposa de la col (*Pieris* sp.). Las larvas de esta plaga son muy voraces y se alimentan de las hojas de otras crucíferas (coles, coliflores, etc.), a las que causan daños económicos importantes (Haramoto y Galland, 2005).

Malezas comunes en los campos como *Amaranthus retroflexus* (amaranto, bledo, moco de pavo) y *Chenopodium album* (cenizo), dan lugar también al

aumento de depredadores de plagas como crisopas, mariquitas o los sírfidos, que controlan numerosas plagas insectiles.

Otros beneficios que se les pueden atribuir a las malezas tienen que ver con la protección de las fuentes de agua y la conservación del suelo al reducir la erosión, mejorar la estructura y estimular la actividad biológica del suelo. Moderan las condiciones adversas del clima, sirven como abono verde, aportando nutrientes y materia orgánica, proveen biodiversidad, albergando fauna benéfica (abejas, enemigos naturales de las plagas, etc.) y sirven de plantas trampa para algunas plagas. Con estas características, muchas especies de malezas son usadas en algunos campos para generar biodiversidad (Biodiversidad en Suiza, http://www.biodiversity.ch/information/biodiversity_in_switzerland/).

No puede desconocerse la participación de la flora espontánea en general, en el secuestro y drenaje del carbono atmosférico, con la consecuente contribución a reducir el efecto invernadero, uno de los problemas globales de mayor impacto sobre la humanidad (Martínez, 2005).

En principio y para áreas pequeñas, combatir las plantas nocivas es función que puede ejercerse con métodos individuales, puntuales y de bajo impacto, pero de poca eficiencia en cultivos de extensiones industriales. Apareció entonces la necesidad de desarrollar métodos masivos para el exterminio de especies indeseables: malezas, insectos y patógenos. Entre aquellos, es visible la oferta de equipos y compuestos químicos de alta efectividad inicial pero de gran impacto adverso sobre el suelo, el agua y las formas de vida espontánea. El uso repetido de un mismo método en el tiempo, determina, además, la pérdida de su eficacia. Métodos más actuales como el uso de cultivos transgénicos resistentes a herbicidas, implican una mayor presión de selección y por su puesto una disminución de la biodiversidad en los agroecosistemas. (Rissler y Mellon, 1996)

Al desechar especies originales por no encontrarles utilidad económica inmediata, y combatir las especies espontáneas consideradas nocivas se evidenció, en forma paulatina, la aparición de innumerables problemas colaterales poco o nada visibles al principio. Entre ellos cabe mencionar la pérdida de la biodiversidad, el surgimiento de plagas cada vez más difíciles de controlar y el empobrecimiento y deterioro de los suelos. Estos, en particular, obligaron a desarrollar métodos de fertilización química, cuyos resultados iniciales fueron también notorios pero que, de igual manera, pronto dejan ver sus limitaciones.

En la actualidad, en la medida en que tales problemas crecen, por fortuna crece también el conocimiento, igual que el nivel de concientización de la gente.

La mayoría de las zonas agrícolas son mosaicos de campos de cultivo, hábitats seminaturales, infraestructuras humanas (e.g. carreteras), y ocasionales hábitats naturales. Dentro de estas zonas, hábitats seminaturales lineales frecuentemente definen los bordes de los campos de cultivos, que albergan elementos muy

diversos desde acuáticos hasta ruderales y leñosos. Numerosos estudios han demostrado una gran variedad de interacciones entre los campos de cultivo y sus márgenes. Las operaciones agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas, tienen efectos en la flora espontánea. Algunas especies de plantas que crecen en los márgenes, pueden introducirse a los campos de cultivo y tornarse malezas. Igualmente, también una fauna se encuentra asociada a estos márgenes, pero algunas especies pueden convertirse en plagas, mientras que muchas otras son benéficas, ya sea como polinizadoras o predatoras. La biodiversidad de los márgenes puede ser de particular importancia para el mantenimiento de especies a un alto nivel trófico en las zonas agrícolas, notablemente de aves. Adicionalmente, los márgenes contribuyen a la sostenibilidad de la producción agrícola, acrecentando las especies benéficas en los campos de cultivo y eventualmente, reduciendo el uso de plaguicidas. En el noreste de Europa, se han introducido una variedad de métodos para incrementar la diversidad en los bordes de los lotes de cultivo, entre ellos, la siembra en bandas de gramíneas y plantas con flores; el impacto de estas en la flora de malezas y en las poblaciones de artrópodos indican que los efectos son en general favorables; sin embargo los conflictos existen, notablemente para la conservación de especies de malezas agrícolas raras (Marshall y Moonen, 2002).

En resumen, la lista de los beneficios que aportan las malezas es larga, hecho que ya ha sido ilustrado por muchos autores.

Origen de las malezas

En cuanto al origen de las malezas presentes en países de América Latina, unas son nativas y otras son foráneas o introducidas. Algunos ejemplos son los siguientes: De Asia tropical y de la India en particular, proceden entre otras, las siguientes especies: *Rottboellia cochinchinensis*, *Cyperus rotundus*, *Leptochloa* sp.; *Echinochloa colona* y *Eleusine indica*. De Europa provienen algunas especies de los géneros *Digitaria*, y *Setaria*. Del Mediterráneo y Asia Menor procede *Sorghum halepense*. De África, *Cynodon dactylon* y *Portulaca oleraceae*. América tropical es sitio de origen de especies de los géneros *Ipomoea*, *Euphorbia*, *Amaranthus*, entre otros (Rodríguez-Tineo, 2000). En algunas de las bases de datos que se encuentran en la Web, se incluyen el sitio de origen de las especies.

Situación actual y algunas soluciones propuestas

Según estadísticas del año 2004, del total de la tierra se protege sólo el 6,1% (McNeely y Scherr, 2003); un 75% de las tierras arables están dedicadas a algún tipo de explotación agropecuaria (Vandermeer y Perfecto, 2005), lo cual contribuye en una alta proporción a la pérdida de la biodiversidad. Sin embargo, en la actualidad se incorpora dentro de los planes de protección de la biodiversidad, algunos ecosistemas agrícolas de bajo impacto ambiental bien implementados. Estos planes consisten en explotar un cierto porcentaje de la tierra con agricultura, y otro porcentaje de hábitat prístino se mantenga

protegido, entonces la preservación de ambos usos de la tierra en combinación, puede contribuir a la capacidad del planeta para mantenernos a flote.

Con el fin de proteger la biodiversidad, se puede argumentar que se necesita incorporar el manejo de la protección ambiental a las áreas agrícolas. Porque si se continua con el uso inapropiado de la tierra, los recursos se van a agotar y se destruirá cada vez mas rápido la biodiversidad. El hecho de incorporar las tierras agrícolas en programas de preservación de la biodiversidad, es importante ya que algunas áreas agrícolas con árboles pueden proteger tanta biodiversidad como los bosques aledaños y, a la vez, proveer otros beneficios necesarios para el funcionamiento apropiado de los ecosistemas (García-Barrios, 2003; Perfecto y Armbrecht, 2003).

Los sistemas agrícolas que incluyen especies que difieren en el número de plantas de cultivo y en la estructura de la vegetación, pueden ser puestos a lo largo de un gradiente de intensificación, desde áreas donde los cultivos crecen bajo un dosel de bosque natural (agroforestería) hasta áreas manejadas intensamente con un solo tipo de planta (monocultivo) (Swift. *et al*, 1996).

Un objetivo importante a considerar, es evaluar y obtener datos, de la variabilidad espacialmente definida de la riqueza de especies de malezas dentro de, entre y en los márgenes de los sistemas de cultivos, que permitan derivar predicciones de la dinámica y funciones de los sistemas, con el fin de mejorar las decisiones, conceptos de manejo y estrategias, con base en programas informáticos (computer-based documentation -CBD- software) a nivel local y regional (Dierssen, 2006).

Literatura consultada

ALTIERI, M.; NICHOLLS. C. L. **Biodiversity and Pest Management in Agroecosystem**. 2nd ed. New York: Food Products Press-Haworth Pres, 2004.

Büchs, W. 2003. Biodiversity and agri-environmental indicators—general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment** , Amsterdam, v. 98, p. 35-78, 2003.

García-Barrios, L. 2003. Plant-plant interactions in tropical agriculture. In: VANDERMEER, J. H. (Ed.). **Tropical Agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press. 2003. p. 11-58.

GRESSER, C.; TICKELL, S. **Mugged: Poverty in your cup**. Washington, DC: Oxfam International, 2002.

HARAMOTO, E. R.; GALLANDT, E. R. Brassica cover cropping: I. Effects on weed and crop establishment. **Weed Science**, Ithaca, v. 53, p. 695-701, 2005.

Hole JR., R. B. **The Vascular Plant Families**. BiologyBase, 2005-2007. Disponible em: (<http://www.interaktv.com/botany/plantfams.asp>)

HOLM, L. R.; PLUCKNETT, D.; PANCHO, J.; HERBERGER, J. **The world's worst weeds**: Distribution and biology. Honolulu: University of Hawaii, 1977.

HOLM, L. R.; PANCHO, J.; HERBERGER, J.; PLUCKNETT, D. **A geographical atlas of world weeds**. New York: J. Willey, 1979.

HOLM, L. R.; DOLL, J.; HOLM, E.; PANCHO, J.; HERBERGER, J. **World Weeds**: Natural Histories and Distribution. New York: J. Willey, 1997.

KISSMAN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1991. t.1.

KISSMAN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1995. t.2, t.3.

MARSHALL, E. J. P.; MOONEN, A. C. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 89, p. 5-21, 2002.

MARTÍNEZ, C. A., 2005. Impacto de la fotosíntesis sobre los cambios climáticos globales. **Revista Comalfi**, Bogota, v. 32, n. 1, p. 7-17, 2005.

MCNEELY, J. A.; S. J. SCHERR, S. J. **Ecoagriculture**: Strategies to feed the world and save wild biodiversity. Washington, DC: Island Press, 2003.

PERFECTO, I.; ARMBRECHT, I. 2003. Technological change and biodiversity in the coffee agroecosystem of northern Latin America In: VANDERMEER, J. (Ed.). **Tropical Agroecosystems**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003. Cap. 6, p.159–194.

Randall, R. **A global compendium of weeds**. Melbourne: RG & FJ Richardson, 2002. 906 p.

RISSLER, J.; MELLON, M. **The ecological risks of engineered crops**. Cambridge: MIT Press, 1996

RODRÍGUEZ-TINEO, E. Protección y Sanidad Vegetal. Combate y control de malezas. In: FONTANA, H.; GONZÁLEZ, C. (Comp.). **Maíz en Venezuela**. Caracas: Fundación Polar. Caracas, 2000.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379–423, 623–656, 1948.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1963, 117 pp.

SOINI, K.; AAKKULA, J. 2007. Framing the biodiversity of agricultural landscape: The essence of local conceptions and constructions. **Land Use Policy**, New York, v. 24, p. 311-321, 2007

STUGREN, B. **Gnmdlagen der Allgemeinen Okologie**. 3. ed. Jena: VEB Gustav Fischer 1978..

SWIFT, M. J.; VANDERMEER, J.; RAMAKRISHNAN, P. S.; ANDERSON, J. M.; ONG, C. K.; HAWKINS, B. A. Biodiversity and agroecosystem function. In: MOONEY, H. A.; CUSHMAN, J.; MEDINA, E.; SALA, O.; SCHULZE, E. (Ed.). **Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective**. New York: J. Wiley, 1996. p. 261-298.

VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. 2005. The future of farming and conservation. **Science**, Washington, v. 308, p. 1257–1258, 2005.

WIENER, N. **Cybernetics**. 2nd.ed.. New York: Massachusetts Institute of Technology. 1961.

YLISKYLÄ-PEURALAHTI, J. Biodiversity—a new spatial challenge for Finnish agri-environmental policies. **Journal of Rural Studies**, New York, v. 19, p. 215–231, 2003.

<http://www.biodiv.org/>. The Convention on Biological Diversity.

http://www.biodiversity.ch/information/biodiversity_in_switzerland/. Biodiversidad en Suiza.

<http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/IPM/Weeds/DB.htm>. Important Weed Species in Crops and Countries.

http://www.hear.org/gcw/alpha_select_gcw.htm. A Global Compendium of Weeds.

<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>. W³TROPICOS.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>. Malezas de México.

http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/weed_information/weedtype.php?id=-3

<http://herba.msu.ru/mirrors/www.helsinki.fi/kmus/botvasc.html>. Internet directory for botany: vascular plant families.