

Propuesta de unos principios generales para la ciencia de la agroecología: una reflexión

Luis Fernando Gómez Echeverri¹, Leonardo Ríos Osorio², María Luisa Eschenhagen Durán³

Resumen

Diversos autores han presentado a la agroecología como una ciencia que se funda en principios. No obstante, no existe un consenso alrededor de cuáles son y algunos de los que son formulados no se corresponden con lo que es un principio científico, mientras otros no están redactados de manera adecuada impidiendo determinar de manera clara cuáles son los presupuestos básicos a partir de los cuales se estructura toda la teoría agroecológica. Por este motivo, se realizó una revisión crítica de los diversos principios que se han planteado en la teoría y se formularon siete principios generales que pueden operar como un centro firme que permita avanzar en la consolidación de la agroecología.

Palabras clave: sostenibilidad agraria, biomímesis, principios agroecológicos, biodiversidad.

Proposal of some general principles for the science of agroecology: a reflection

Abstract

Several authors have presented agroecology as a science based on principles. However, there is not agreement on what are the basic principles of agroecology. Also, some of the principles have been formulated in a way that does not correspond to what a scientific principle is. For this reason, a critical

review of theoretical literature was conducted in order to establish the basic principles of agroecology. Seven principles that can work as hard core of theory of agroecology.

Key words: sustainable agriculture, biomimicry, agroecological principles, biodiversity.

Proposta de princípios gerais para a ciência da agroecologia: uma reflexão

Resumo

Vários autores apresentaram agroecologia como uma ciência baseada em princípios. No entanto, não há consenso em torno do que são e alguns dos que são formulados não correspondem ao que é um princípio científico, enquanto outros não são elaborados de forma adequada, evitando a determinação clara dos orçamentos básicos com base em que é estruturada toda a teoria da agroecologia. Por esta razão, foi feita uma revisão crítica dos vários princípios que foram levantados na teoria e foram formulados sete princípios gerais que podem funcionar como um centro firme que permite o progresso na consolidação da agroecologia.

Palavras chave: sustentabilidade agrária, biomimética, princípios agroecológicos, biodiversidade.

1 Estudiante de Doctorado en Agroecología, Universidad de Antioquia, Ciudad Universitaria, Calle 67 No. 53-108, Bloque 5, oficina 135, Medellín, Colombia.

2 Ph. D. en Sostenibilidad, Profesor – Investigador Senior, Grupo de Investigación Salud y Sostenibilidad, Universidad de Antioquia. Ciudad Universitaria, Calle 67 No. 53-108, Bloque 5, oficina 135, Medellín, Colombia. ORCID: 0000-0002-7127-4629

3 Ph. D. en Estudios Latinoamericanos, Profesora – Investigadora Asociada, Grupo de Territorio, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1 No. 70-01, Bloque 7, oficina 411, Medellín, Colombia. ORCID: 0000-0003-4465-0008

Introducción

En los últimos años se han publicado diferentes revisiones bibliográficas sobre agroecología. Por ejemplo, Wezel y Soldat (2009) realizaron una exhaustiva revisión sistemática en la que distinguen tres propuestas teóricas a partir de lo que se define como el objeto de estudio de la agroecología. Esta concepción de la agroecología tiene el problema de no permitir la distinción de ésta con teorías rivales, pues éstas son rivales en tanto generen sistemas explicativos de los mismos fenómenos u objetos de estudio, al igual que no establece la forma cómo este campo explica la porción del mobiliario del mundo del que éste se ocupa. De la misma manera, revisiones como la de Tomich *et al.* (2011) o la de Altieri (2010) tampoco avanzan en este aspecto.

La filosofía de la ciencia, buscando distinguir entre teorías científicas rivales, estableció una definición de campo científico en el que éste se diferencia de los demás por una hipótesis, paradigma o teoría conformada por unas hipótesis centrales (Kuhn, 2004; Lakatos, 1983; Popper, 1985). Esto quiere decir, que una ciencia se distingue de otras por una teoría, la cual está constituida por una hipótesis o conjunto de hipótesis, las cuales operan como fundamentación de las explicaciones que ésta enuncia. Este enfoque, además de permitir la comparación entre dos teorías rivales, organiza una teoría científica a partir de enunciados refutables y corroborables que facilitan su evaluación a partir de la investigación empírica. Por esto, se convierte en un asunto de crucial importancia poder caracterizar la actual teoría agroecológica en función de sus enunciados básicos o constitutivos en lugar de definirla en función de un objeto de estudio, como tradicionalmente se hace en el marco de estas discusiones disciplinares.

El objetivo del presente artículo de reflexión teórica es *analizar los elementos básicos de la teoría agroecológica* con el fin de avanzar en la consolidación de este campo científico. Para esto, se estudiaron diferentes textos teóricos de agroecología, centrándose en la identificación de unos principios generales propuestos por ellos, y luego se realizó una crítica para generar una propuesta de principios más acorde a las propuestas epistemológicas actuales de la agroecología (Álvarez-Salas, Polanco-Echeverry, & Ríos-Osorio, 2014).

Crítica a los principios generales propuestos en la agroecología

Establecer las hipótesis centrales de una ciencia no es sencillo, pues tradicionalmente éstas no suelen ser formuladas de manera explícita ni son conocidas por las practicantes de dicho campo (Kuhn, 2004).

Sin embargo, algunos autores plantean que cuando se formulan unos principios o leyes en una ciencia, éstos pueden ser interpretados como las hipótesis fundamentales de ésta. Efectivamente, Dilworth (2009, p. 75) escribe que “cuando se habla de *principios* de una ciencia o disciplina científica específica se está refiriendo a lo que se *presupone* en todas las actividades de una ciencia” y, en consecuencia, “son los principios de una disciplina los que determinan lo que es una disciplina”. Dichos principios, son de dos tipos. Por un lado, están los *principios ontológicos*, los cuales “son las presuposiciones que tiene una disciplina acerca de la naturaleza fundamental de la realidad” (2009, p. 75). Éstos, que también son llamados *principios primeros*, denotan aquellas premisas que son necesariamente válidas, es decir, oraciones declarativas afirmativas acerca del mundo (DeWitt, 2010), como lo son los principios de inercia o de acción y reacción de la física clásica, o los de constancia de la velocidad de la luz o de la relatividad en la teoría de Einstein.

Por otro lado, están los *principios de acción*, los cuales “son las reglas que estipulan cómo debe llevarse a cabo la disciplina” (Dilworth, 2009, p. 75). Éstos se dividen a su vez en dos, aquellos que se refieren al fin u objetivo de la acción y que se podrían llamar *principios de acción teleológicos*, y aquellos que refieren a los medios para alcanzar dicho fin. Dilworth (2009, p. 75) agrega, que para el caso de las ciencias puras, “el fin es epistemológico, es decir, busca la adquisición de conocimiento o comprensión por sí mismo”, mientras en las ciencias aplicadas “el conocimiento y la comprensión no son fines en sí mismos, sino que hacen parte de los *medios* para alcanzar otro fin”. Por su parte, González (2004) afirma que las nuevas ciencias, las ciencias que parten de unas bases epistemológicas distintas a las de la ciencia convencional moderna –como se asume es la agroecología (Norgaard & Sikor, 1995)-, tienen un componente tanto puro –generan principios propios además de que toman principios de otros campos-, como aplicado.

Para el caso de la agroecología, se puede pensar que ella es una de esas ciencias que se estructura alrededor de unos principios generales o rectores. Precisamente, varias personas que han contribuido a la teoría agroecológica han construido una idea de ésta como una ciencia que se mueve alrededor de principios. Por ejemplo, Ruiz-Rosado (2006, p. 141) escribe que “la agroecología provee un marco metodológico para lograr un profundo conocimiento e interpretación de la naturaleza de los agroecosistemas y los principios por los cuales funciona”. Por su parte, otros autores que mencionan o no la idea de unos principios agroecológicos, presentan una idea de la agroecología cuyos pilares son *los principios de la ecología*. Precisamente, Bello *et al.* (2010, p. 9)

afirman que la agroecología se puede entender como “una producción agraria basada en los principios de la ecología”, y Wojtkowski (2006, p. 2) anota que “para lograr los objetivos de la agroecología se requiere del uso de una amplia variedad de herramientas (...), las cuales provienen en su totalidad de la aplicación y transformación de principios ecológicos a la práctica agraria”. En esta línea, Francis y Porter (2011, p. 65) señalan “la biodiversidad, la resiliencia del sistema y la interconexión de los componentes” como los principios de la ecología más relevantes para la agroecología.

Igualmente, Altieri (1995, p. 22) considera que “la agroecología define los principios ecológicos necesarios para desarrollar sistemas de producción sostenibles dentro de los marcos socioeconómicos y culturales específicos” y postula seis principios agroecológicos para el manejo sostenible de agroecosistemas. Estos son:

- Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio.
- Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balances del flujo de nutrientes.
- Provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo.
- Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.
- Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía.
- Explotación de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, plantas-animales y animales-animales (2010, p. 81)

De lo anterior se pueden encontrar dos dificultades a la hora de establecer cuáles son los principios generales de la agroecología. En primer lugar, principios como los formulados por Altieri (2010) no están enunciados como principios ontológicos, es decir como oraciones declarativas afirmativas acerca del mundo, que es como se formula una hipótesis. Efectivamente, “diversificación vegetal y a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio” o “minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima” no son hipótesis, pues están presentados con una estructura gramatical carente de sujeto y predicado. Asimismo, aunque habla de diseño, no se debería considerar como un principio de acción, pues está en el centro de su teoría y alrededor de

él se explica la sostenibilidad de un agroecosistema. Asimismo, la formulación de Francis y Porter (2011) es profundamente problemática ya que distinguen como principios unos conceptos pero no especifican cómo se pueden expresar como principios ontológicos o de acción.

En segundo lugar, aunque se hace una referencia a los principios ecológicos no hay claridad acerca de cuáles son éstos, ya que no son establecidos y la ecología convencional no está diseñada alrededor de principios fundamentales como lo está la física clásica, por ejemplo. Efectivamente, los libros de texto de ecología suelen estar estructurados alrededor de procesos fisicoquímicos –e.g., ciclo del agua, del nitrógeno, flujos de energía- y niveles de interacción entre seres vivos –e.g., poblaciones, comunidades, ecosistemas-, por lo que los principios que presentan no son estructurantes, además de que suelen ser pocos y diferir de un autor a otro (Foguelman & González, 2009; González & Medina, 1995; Odum, 1994). Por ejemplo, Odum, una de las principales referencias en la ecología natural, en uno de sus libros de texto clásicos, tiene como único principio central, el *principio de integración o de control jerárquico*, que puede formularse como “a medida que los componentes se combinan para producir conjuntos funcionales más grandes, en una serie jerárquica, se originan nuevas propiedades” (1994, p. 15).

Asimismo, Margalef (1993), una autoridad en la ecología de habla hispana, en uno de sus libros de texto clásico, sólo habla claramente de un principio, distinto al mencionado por Odum, el cual es el *principio de Braun-Blanquet*, y que se puede enunciar como *la composición y distribución de una comunidad no es aleatoria*, i.e., hay especies que se pueden encontrar juntas y otras que no, y la ocurrencia no es la misma en una comunidad. En el caso de textos más recientes, la situación no cambia. En el libro de Foguelman y González, el único principio mencionado explícitamente es el *principio de la exclusión competitiva*, que es formulado como “en un mismo sitio no pueden coexistir dos competidores por mucho tiempo” (2009, p. 72), y el cual no es equivalente al principio de integración o al de Braun-Blanquet.

No obstante, la *ecología general o global*, es decir, “una ecología que integre la esfera antro-po-social en la ecosfera, y al mismo tiempo la retroacción (...) de los desarrollos antro-po-sociales sobre los ecosistemas y la biosfera” (Morin, 2009, p. 92), presenta una formulación que claramente parte de unos principios, pero estos son diferentes a los mencionados dentro de la ecología natural o convencional –aquella que deja la esfera antro-po-social por fuera de las dinámicas de los ecosistemas-.

Efectivamente, Morin (2009) plantea cinco principios organizacionales: (1) *inscripción bio-tanática*, (2) *eco-auto-organización*, (3) *desarrollo mutuo y recursivo de la complejidad eco->auto-organizadora->eco*, (4) *dependencia de la independencia* y (5) *el principio de la explicación dialógica de los fenómenos vivientes*. Por su parte, Gómez (2002) añade seis principios operativos generales a la lista de Morin. Estos son: (1) *el principio de la sistémica*, (2) *el principio de la procesualidad*, (3) *el principio de la complejidad*, (4) *el principio de recursividad*, (5) *el principio de irreversibilidad* y (6) *el principio del metaequilibrio*. Como se puede observar, algunos de estos principios anteceden a la ecología y podrían verse como principios epistemológicos generales, aunque otros, como el principio de procesualidad, que plantea que *la vida se da por la continuidad del proceso de transformación de materia inorgánica inespecífica en materia orgánica específica y de esta a materia inorgánica de nuevo*, es particular de la ecología. Sin embargo, dentro de la teoría agroecológica se han formulado unos principios explícitos para este campo científico, por lo que, con una reformulación de aquellos que no están enunciados adecuadamente como los de Altieri mencionados anteriormente, servirían como punto de partida de una caracterización general de los aspectos básicos de la agroecología en vez de concebirla como una ciencia que se ha concebido a partir de los principios de la ecología global. Éstos son presentados a continuación.

Propuesta de unos principios generales para la agroecología

1. Principio sistémico de la agroecología

Uno de los presupuestos básicos de la agroecología presente en varios autores, el cuál parte del carácter sistémico de esta ciencia, es que los procesos que se dan al interior de un agroecosistema se deben abordar de forma conjunta, i.e., se debe centrar el estudio en la interacción entre ellos y no en los procesos en sí y por separado. Esto es claro en Gliessman (2007, p. 341), quien, para los sistemas alimentarios, escribe que “es la interacción compleja de *todos* los componentes ecológicos, tecnológicos, sociales y económicos de nuestros sistemas alimentarios los que determinarán si estos sistemas pueden sostenerse a largo plazo”. Este principio, que se puede llamar *el principio sistémico de la agroecología*, se puede enunciar para agroecosistemas de la siguiente manera:

La sostenibilidad de un agroecosistema es función de la interacción compleja de todos sus componentes ecológicos, tecnológicos, sociales y económicos que generan su operación de distinción.

Este principio involucra lo que Bello *et al.* (2010, p. 40) llaman el “principio ecológico de cierre de ciclos de materia y energía”, el cual postula que es todo el agroecosistema y su interacción con su entorno el que permite la transferencia de masa y energía, al igual que la reincorporación de material orgánico. Igualmente, los principios agroecológicos planteados por Altieri y mencionados anteriormente, también se pueden interpretar como una derivación de este principio, si se conciben de manera interrelacionada y no de manera fraccionada como los presenta originariamente este autor. Agrupándolos en un solo principio, los principios agroecológicos de Altieri se pueden reformular de la siguiente manera, quedando claro que éste es una derivación o particularización del principio sistémico de la agroecología:

El cumplimiento de los siguientes criterios agroecológicos asegura un agroecosistema sostenible:

- Diversificación óptima espaciotemporal intra e interespecífica.
- Optimización del reciclaje de nutrientes.
- Optimización de las condiciones del suelo mediante el reciclaje de materia y la preservación y aprovechamiento de su biodiversidad.
- Preservación de suelo y agua a través del mantenimiento de la cobertura del suelo, el control de la erosión y el manejo del microclima.
- Minimización de pérdidas de cosecha mediante el manejo integrado de control de plagas y enfermedades (IPM).
- Aprovechamiento de las dinámicas entre los seres vivos del agroecosistema.

Debido a que existen diferentes teorías de enfoque o pensamiento sistémico (Schlindwein, Pinheiro, & Martins, 2006), es importante señalar que dentro de la agroecología se ha ido concibiendo una idea de sistema para abordar situaciones complejas, por lo que los agroecosistemas son entendidos como sistemas complejos. A su vez, dentro de la trayectoria epistemológica en agroecología esto implica los conceptos de jerarquía, escala y anidamiento – *nesting*– (Dalgaard, Hutchings, & Porter, 2003; Lieblein, Breland, Salomonsson, Sriskandarajah, & Francis, 2008), por lo que los sistemas nunca se conciben como unidades aisladas que puedan ser explicadas sin tener en cuenta sus interacciones con su entorno.

2. Principio de biomimesis

En varios textos se repite la afirmación de que el diseño agroecológico debe buscar la creación de agroecosistemas que se asemejen a los ecosistemas silvestres nativos de la región (Clements & Shrestha, 2004; Wojtkowski, 2006). Esta afirmación puede llamarse *el principio de biomimesis*, y puede decirse que se corresponde a la siguiente proposición enunciada por Gliessman (2007, p. 300):

Entre más se asemeje estructural y funcionalmente un agroecosistema a los ecosistemas naturales de su región biogeográfica, mayor será la posibilidad de que el agroecosistema sea sostenible.

La idea de biomimesis hace parte de una tradición dentro del pensamiento ecologista que, por ejemplo, en el caso de Riechmann (2006, p. 189) es definida como “imitar la naturaleza a la hora de reconstruir los sistemas productivos humanos, con el fin de hacerlos compatibles con la biosfera”. Es importante notar que en este sentido, lo que se busca es la imitación de ecosistemas y no de organismos o partes de estos como lo ha trabajado la robótica o las ciencias de los materiales. Asimismo, la tradición ecologista ha señalado que la imitación de ecosistemas se puede dar a nivel de estructura o función (Benyus, 2002), pero en el caso de la agroecología se busca imitar ambos.

3. Principio de la especificidad o particularidad de los agroecosistemas

En oposición al universalismo de la ciencia hegemónica, diversas personas investigadoras han postulado lo que se podría denominar el *principio de la particularidad o especificidad de cada agroecosistema*, un principio de acción que señala que:

La teoría y prácticas agroecológicas deben adaptarse a las particularidades de cada agroecosistema, lo cual involucra las especificidades de su entorno.

En palabras de Bello *et al.* (2010, p. 34), esto significa que “no se debe depender de «recetas generales en agricultura», y (...) en cada comarca o cultivo se debe diseñar una alternativa específica para mantener la capacidad de autorregulación de los cultivos”. Asimismo, estos autores advierten “la necesidad de utilizar recursos locales” (2010, p. 32), algo que se puede interpretar como derivación de este principio. Por su parte, Sevilla (2006, p. 205) escribe que “cada agroecosistema posee un potencial endógeno en términos de materiales e información (conocimiento y códigos genéticos) que surge de la articulación

histórica de cada trozo de naturaleza y de sociedad; es decir, de su coevolución”, algo que también se puede interpretar como resultado del principio de la especificidad de los ecosistemas y que va en el mismo sentido de lo que anota González (1992) cuando expresa que la universalización de prácticas o teorías no resulta aconsejable más allá de niveles muy generales, pues cada agroecosistema es producto de unas condiciones históricas y biológicas particulares.

4. Principio de biodiversidad

La biodiversidad está en el centro de la propuesta agroecológica en prácticamente todos los textos estudiados. Entendida como proceso organizador de los agroecosistemas, se podría formular un *principio de biodiversidad* que afirme que:

La organización de un agroecosistema es fortalecida por la biodiversidad de éste y su entorno.

Para Floriani y Floriani (2010, p. 20) esto significa que “en la agroecología la preservación y aumento de la biodiversidad de los agroecosistemas es uno de sus fundamentos empleado para producir la autorregulación y la sustentabilidad”. Para Wojtkowski (2006), el principio de biodiversidad opera como fundamento metodológico para diseñar agroecosistemas con base en la introducción de múltiples especies, razas y/o variedades que permitan que la organización propia del agroecosistema lleve a cabo diversas tareas y procesos necesarios para su operación. Por su parte, Bello *et al.* (2010, p. 37) advierten que la biodiversidad también incluye la diversidad cultural a través de las “culturas agrarias” y un principio menor, que se podría llamar *principio de complementariedad*, el cual estipula la necesidad de la articulación benéfica entre los sistemas agronómicos y ganaderos para la creación de sistemas agrarios.

En este sentido, se podría tomar como una reformulación del principio de biodiversidad, la afirmación de Altieri y Nicholls (2000, p. 18) de que “al cultivar varias especies simultáneamente, se obtiene una serie de objetivos de manejo, sin que se requiera mayor subsidio o complementación”.

5. Principio de sostenibilidad

La agroecología, como se espera de las nuevas ciencias (González, 2004), es un campo que tiene un componente aplicado y, por lo tanto, se espera que tenga un *principio de acción teleológico* diferente a la adquisición de conocimiento o comprensión de una

parte del mobiliario del mundo. Efectivamente, muchos textos teóricos mencionan que la agroecología tiene como objetivo *el diseño de sistemas sostenibles o el diseño de la transición hacia ellos*. Ejemplos de esto son Assis y Jesus (2005, p. 39), quienes apuntan que “la ciencia agroecológica tiene como objetivo el establecimiento de agroecosistemas sustentables”; Caporali (2007, p. 76), que escribe que “el objetivo principal de la agroecología (...) es la sostenibilidad de la agricultura”; Jordan *et al.* (2005, p. 83), quienes ubican el “reto de la sostenibilidad en la agricultura” en el centro de la agroecología; o Dalgaard *et al.* (2003, p. 39), quienes señalan que el papel “de la agroecología es facilitar el diseño y gestión de sistemas de producción alimentaria sostenibles”. Éste, al ser un principio prescriptivo, se puede formular de la siguiente manera:

La producción agraria debe desplazarse a prácticas que generen agroecosistemas sostenibles.

Aunque este objetivo se repite expresado de maneras distintas a lo largo de la agroecología teórica, no existe al interior de ésta de qué sostenibilidad se está hablando o cómo se puede entender ésta. Además, este campo habitualmente se ha enfocado a estudiar agroecosistemas, pero en el último decenio surgió una nueva propuesta que ha tenido aceptación por lo menos a nivel teórico que aboga por entender la agroecología como “la ecología de los sistemas alimentarios” (Francis *et al.*, 2003), como se verá a continuación, y por lo tanto, desde este enfoque el principio se debería expresar como “*los sistemas alimentarios deben avanzar hacia la sostenibilidad*”.

6. Principio de gobernanza de especies

Aunque Wojtkowski (2006) no es referenciado por otros autores en agroecología, ella ha hecho un gran esfuerzo en generar aportes significativos a la teoría agroecológica. Wojtkowski es uno de los pocos autores que ha publicado libros de texto de agroecología. En ellos, este autor plantea dos grupos generales de principios que denomina, *principios espaciales* y *principios agrobionómicos*. En los primeros incluye los recursos básicos, como la luz, el agua, el oxígeno y los elementos que operan como nutrientes (NPK); los patrones espaciales; y la biodiversidad. De nuevo, se tienen conceptos como biodiversidad distinguidos como principios, lo mismo que componentes del mobiliario del mundo como el agua o el potasio, lo que no permite generar principios generales propiamente dichos. Sin embargo, el segundo tipo de principios que formula, los principios agrobionómicos, son hipótesis generales básicas que pueden ser consideradas en la constitución de unos principios generales de la agroecología.

Para Wojtkowski, los principios agrobionómicos son dos, la gobernanza de especies y la gobernanza de ecosistemas. Éstos parten de la idea de que es posible gobernar o controlar las dinámicas de un agroecosistema, por lo menos hasta cierto punto. El principio de gobernanza de especies se puede enunciar de la siguiente manera:

En agroecosistemas con una baja biodiversidad son especies individuales las que gobiernan las dinámicas del agroecosistema.

7. Principio de gobernanza de ecosistemas

El segundo principio agrobionómico que postula Wojtkowski (2008, p. 18) es el principio de gobernanza de ecosistemas, el cual establece que:

“En un agroecosistema donde las especies individuales dejan de ser quienes dirigen las dinámicas, el agrosistema como unidad se convierte en la fuerza conductora”.

Vale la pena mencionar, que el concepto de «gobernanza», hace referencia dentro de las humanidades y las ciencias sociales a una forma de gestión diferente a la del modelo jerárquico del Estado centralizado (Graña, 2005), por lo que su extrapolación al campo de la biología puede resultar problemática, especialmente si se entiende un ecosistema como una estructura de interacción sin privilegios. Aunque la metáfora de «gobernar» puede ser vista como tal dentro de los principios de Wojtkowski, éstos requieren ser discutidos en la agroecología, pues pueden resultar discutibles a la luz de la ecología biológica.

Consideraciones finales

Varios autores han definido la agroecología como una ciencia de principios. La filosofía de la ciencia habitualmente ha señalado que los principios ontológicos de una ciencia son las hipótesis fundamentales a partir de las cuales ella construye todo su edificio teórico y, a su vez, ha postulado que en el caso de las ciencias aplicadas o con una dimensión aplicada, sus principios de acción teleológicos determinan el fin que persigue el conocimiento proporcionado por dicha ciencia. Para el caso de la agroecología, se puede afirmar que existe un consenso general en que la agroecología es una nueva ciencia, i.e., posee un elemento puro y uno aplicado, cuyo principio de acción teleológico es ya sea la sostenibilidad de los sistemas de producción con seres vivos o los sistemas alimentarios, pero que aún no ha establecido unos principios ontológicos o

de acción referidos a medios explícitos y aceptados por todas las practicantes de este campo.

Por otro lado, la agroecología a pesar de hablar de principios no tiene claro el papel que éstos deben jugar en una práctica científica. Esto se evidencia en la forma como estos son formulados, confundiendo práctica agraria con práctica científica. Asimismo, la agroecología no ha puesto en discusión las diferentes propuestas que se han dado a su interior con el fin de consolidarse como una ciencia madura en la que exista un centro duro –que en el caso de una ciencia que parte de principios, está conformado por éstos- el cual es compartido por toda la comunidad científica que ejerce en este campo.

Por último, a pesar de que varios autores afirman que la agroecología explica los sistemas de producción con seres vivos mediante la articulación de lo biofísico y lo social, ningún principio ontológico formula hipótesis explícitas sobre los sistemas sociales. Por su puesto, los agroecosistemas al ser producto de la intervención humana, hacen parte de la cultura, pero la agroecología aún no establece explícitamente esto como se ve reflejado en su teoría.

Referencias

- Altieri, M. A. (1995). Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable. *Agroecología Y Desarrollo*, 8/9, 21–30.
- Altieri, M. A. (2010). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. In T. León & M. A. Altieri (Eds.), *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (pp. 77–104). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, D.F.: PNUMA.
- Álvarez-Salas, L. M., Polanco-Echeverry, D. N., & Ríos-Osorio, L. A. (2014). Reflexiones acerca de los aspectos epistemológicos de la agroecología. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 55–74. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.CRD11-74.raea>
- Assis, R. L. de, & Jesus, E. L. de. (2005). Histórico, conceitos e princípios da agroecologia. In M. P. Padovan, M. A. Urchei, F. M. Mercante, & S. Cardoso (Eds.), *Agroecologia em Mato Grosso do Sul. Princípios, fundamentos e experiências* (pp. 39–49). Dourados: Embrapa.
- Bello, A., Jordá, C., & Tello, J. C. (2010). *Agroecología y producción ecológica*. Madrid: Catarata.
- Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry. Innovation inspired by nature*. New York: Perennial.
- Caporali, F. (2007). Agroecology as a science of integration for sustainability in agriculture. *Italian Journal of Agronomy*, 2, 73–82.
- Clements, D. R., & Shrestha, A. (2004). New dimensions in agroecology for developing a biological approach to crop production. *Journal of Crop Improvement*, 11(1/2), 1–20.
- Dalgaard, T., Hutchings, N. J., & Porter, J. R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100(1), 39–51. [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00152-X](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00152-X)
- DeWitt, R. (2010). *Worldviews. And introduction to the history and philosophy of science* (2da ed.). West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Dilworth, C. (2009). General principles. In J. J. Boersema & L. Reijnders (Eds.), *Principles of environmental sciences* (pp. 75–83). Dordrecht: Springer Science/ Business Media B.V.
- Floriani, N., & Floriani, D. (2010). Saber ambiental complejo: aportes cognitivos ao pensamento agroecológico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 5(1), 3–23.
- Foguelman, D., & González, E. (2009). *Qué es la ecología*. Buenos Aires: Capital Intelectual.
- Francis, C. A., Lieblein, G., Gliessman, S. R., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., ... Poincelot, R. (2003). Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(3), 99–118. http://doi.org/10.1300/J064v22n03_10
- Francis, C. A., & Porter, P. (2011). Ecology in sustainable agriculture practices and systems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 64–73.
- Gliessman, S. R. (2007). *Agroecology. The ecology of sustainable food systems* (2da ed.). Boca Raton: CRS Press.
- Gómez, L. J. (2002). *Introducción a la ecología global*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- González, A., & Medina, N. (1995). *Ecología*. Naucalpan de Juárez: McGraw-Hill.

- González, M. (1992). Agroecología: bases teóricas para una historia agraria alternativa. *Agroecología Y Desarrollo*, 4, 22–33.
- González, P. (2004). *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*. Barcelona: Anthropos.
- Graña, F. (2005). Todos contra el Estado: usos y abusos de la “gobernanza.” *Espacio Abierto*, 14(4), 501–529.
- Jordan, N. R., Andow, D. A., & Mercer, K. L. (2005). New concepts in agroecology: a service-learning course. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 34, 83–89.
- Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. (C. Solís, Trans.) (2da ed.). México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. (J. C. Zapatero, Trans.). Madrid: Alianza Universidad.
- Lieblein, G., Breland, T. A., Salomonsson, L., Sriskandarajah, N., & Francis, C. A. (2008). Educating Tomorrow's Agents of Change for Sustainable Food Systems: Nordic Agroecology MSc Program. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 3(2/3), 309–327. <http://doi.org/10.1080/19320240802244355>
- Margalef, R. (1993). *Teoría de los sistemas ecológicos* (2da ed.). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Morin, E. (2009). *El método 2. La vida de la vida* (8va ed.). Madrid: Cátedra.
- Norgaard, R. B., & Sikor, T. O. (1995). The methodology and practice of agroecology. In M. A. Altieri (Ed.), *Agroecology. The science of sustainable agriculture* (pp. 21–39). Boulder: Westview.
- Odum, E. P. (1994). *Ecología*. (M. Á. Marrón, Trans.). México, D.F.: Continental.
- Popper, K. R. (1985). *La lógica de la investigación científica*. (V. Sanchez, Trans.). Madrid: Tecnos.
- Riechmann, J. (2006). *Biomimesis. Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid: Catarata.
- Ruiz-Rosado, O. (2006). Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Interciencia*, 31(2), 140–145.
- Schindwein, S. L., Pinheiro, S. L. G., & Martins, S. R. (2006). Investigando a natureza da sistemicidade da agroecologia e suas implicações em práticas de extensão, pesquisa e desenvolvimento rural: uma proposta metodológica. Retrieved from http://www.cnpab.embrapa.br/sbsp/anais/Trab_Format_PDF/44.pdf
- Sevilla, E. (2006). *De la sociología rural a la agroecología*. Barcelona: Icaria.
- Tomich, T. P., Brodt, S., Ferris, H., Galt, R., Horwath, W. R., Kebreab, E., ... Yang, L. (2011). Agroecology: A Review from a Global-Change Perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 193–222. <http://doi.org/10.1146/annurev-environ-012110-121302>
- Wezel, A., & Soldat, V. (2009). A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7, 3–18. <http://doi.org/10.3763/ijas.2009.0400>
- Wojtkowski, P. A. (2006). *Introduction to agroecology. Principles and practices*. Binghamton: Food Products.
- Wojtkowski, P. A. (2008). *Agroecological economics*. San Diego: Academic Press. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123741172500030>