

## PRODUCCION NATURAL Y PRODUCCION AGRICOLA

Por:

P. Buringh Wageningen (Holanda)  
G. Cox, San Diego, California (EE.UU)  
F. Golley, Athens, Georgia (EE.UU)  
C. Han, Pekín (China)  
R. Hart, Morrilton, Arkansas (EE.UU.)  
H. Van Keulen, Wageningen (Holanda)  
H. Lieth, Osnabruck (RFA)  
R. Margalef, Barcelona (España)  
J. Melillo, Woods Hole, Massachussets (EE.UU.)  
D. Pimentel, Ithaca, Nueva York (EE.UU.)  
J. Tenhunin, Warzburg (RFA)  
L. Ryszkowski, Poznan (Polonia)\*

El presente es el informe de los resultados de un grupo de trabajo que se desarrolló en el Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, España, desde el 30 de junio al 2 de febrero de 1984. El grupo de trabajo fue patrocinado por el Instituto y por el Grupo de Trabajo de Agroecología de la Asociación Internacional de Agroecología (INTECOL) y su objetivo era analizar la relación entre la producción orgánica de vegetación natural y agrícola. Las cuestiones concretas planteadas fueron: 1) ¿se puede predecir la producción y el rendimiento agrícola a partir del conocimiento de la tasa de producción de la vegetación no cultivada?, y 2) Sustrayendo a los crecientes rendimientos de la producción agrícola los costes de los insumos relacionados con los productos derivados del petróleo y los relacionados

---

(\*) Grupo de Trabajo de Agroecología.  
— Agricultura y Sociedad n.º 30 (enero-marzo 1984)

con la erosión del suelo, los residuos de los pesticidas y la contaminación, el resto ¿será mayor, igual o menor que la producción de la vegetación natural? La motivación original del grupo de trabajo era desarrollar criterios de diseño para la planificación y el desarrollo agrícola que pudieran usarse como parte de un curso de planificación y ambiente rural celebrado todos los años en Zaragoza por el Instituto.

### **Definiciones**

La producción orgánica es una importante propiedad de los ecosistemas y cuenta con muchas definiciones. Por ejemplo: la fijación de carbono por el proceso de fotosíntesis y la subsiguiente formación de moléculas orgánicas que contienen carbón y otros elementos proporcionan la base fundamental de todos los demás factores de producción. Esta cantidad producida se denomina *Producción primaria bruta* cuando se refiere a vegetación compuesta por una variedad de partes de plantas y a menudo de especies de plantas, que interactúan conjuntamente en el espacio y en el tiempo. Los tejidos de las plantas utilizan parte de la producción primaria bruta en su metabolismo. Restando estos costes metabólicos brutos de la producción primaria bruta el resto es lo que queda disponible para los procesos de crecimiento y almacenamiento de la planta y se le llama *Producción primaria neta* o PPN. A los agrónomos les interesa especialmente la producción primaria neta útil para los seres humanos almacenada en las plantas. La producción de estas partes de las plantas (por ejemplo, granos o tubérculos) se denomina *rendimiento*.

La vegetación es uno de los componentes de un ecosistema. La producción primaria neta proporciona la energía y los materiales necesarios para los otros componentes del ecosistema y se almacena también en forma de materia orgánica dentro del ecosistema. En ocasiones la materia orgánica es exportada a otros sistemas. Este hecho se cumple en las cantidades producidas enviadas a los mercados y en la materia orgánica lixiviada que penetra en el agua de los terrenos o se pierde en los ríos. A la materia orgánica exportada de un ecosistema se le llama *Producción neta del ecosistema*. La producción neta del ecosistema enlaza el ecosistema que nos interesa con otros ecosistemas del entorno.

### **FORMAS DE LA PRODUCCION ORGANICA**

Se puede contemplar la producción orgánica dentro del contexto de una jerarquía de sistemas agroecológicos. En este grupo de traba-

jo se analizaron sistemas que van desde la hoja hasta los suelos. En el sistema de la hoja es donde se desarrolla el proceso de fotosíntesis por el que la energía de la luz se transforma en energía química que constituye la base de la producción orgánica. A un nivel global los mercados, los sistemas del transporte del planeta y los políticos también condicionan la producción de alimentos y su distribución. Entre la hoja y el globo terráqueo hay una serie de sistemas intermedios tales como: el de plantas cultivadas, el agroecosistema de los campos, el de las explotaciones agrícolas y los regionales, todos los cuales deben ser tenidos en cuenta en los estudios de la producción.

Cada nivel del sistema se comporta de acuerdo con los principios generales del sistema y también con aquellos principios que específicamente le corresponden. Una característica general de estos sistemas concierne a sus relaciones de insumo/producción. La producción es un producto del sistema resultante de unos insumos de luz solar, agua, nutrientes y en el caso de los sistemas agrícolas, de una gran variedad de factores culturales, sociales, económicos y políticos, que controlan qué y cuánto se produce en un lugar determinado durante un período de tiempo determinado. Una mala gestión de estos insumos puede afectar al sistema, haciéndolo perder resiliencia, y crear cantidades adicionales de efectos tales como suelos, agua, materia orgánica y contaminación. La corrección de la mala gestión precisa de insumos adicionales que al final se pagan a costa del aumento del rendimiento. Es muy corriente que en la agroecología la ligazón entre insumos y productos de la producción no esté clara, de lo que nace un desafío investigador.

Continuando con la reflexión dentro de este contexto de sistemas agroecológicos interligados podemos llegar a visualizar una escala hipotética de valores de la producción primaria neta que va de cero a un máximo. El máximo posible de la producción primaria neta está determinado por la velocidad de fijación en condiciones no limitantes. Asumiendo que las hojas absorben el 80% de la luz que reciben como la clorofila utiliza la luz con un rendimiento del 20% y el 40% del carbón fijado se usa en el metabolismo de la planta, el índice máximo de producción primaria máxima sería de alrededor de unos 40 gr.<sup>-2</sup> por día. Este índice diario máximo multiplicado por los 365 días del año da una estimación de un índice anual máximo de 1.400 gr.<sup>-2</sup> por año o de 14 Tm/Ha. al año.

Esta cifra es totalmente hipotética. La determinación del índice real de producción de la escala depende de los insumos del medio ambiente y de la gestión y de la especie de las plantas consideradas. Por ejemplo; Lieth (1977) estimaba que el índice global medio de la producción primaria neta de la vegetación natural es de 700 gr.<sup>-2</sup> al año

o 7 Tm/Ha al año y que el índice máximo es del orden de 40 Tm/Ha<sup>2</sup> al año.

En el grupo de trabajo H. Lieth (Osnabruck RFA) y P. Buringh (Wageningen, Holanda) presentaron más información para probar que las tasas de producción son variables función de los insumos del sistema. Lieth expuso que cuando los insumos son relativamente predecibles, como por ejemplo clima y suelos, el espectro de las cifras de producción también era predecible. Contrastando con esa opinión Buringh señaló que los cambios en la producción agrícola provienen de los cambios en los insumos. L. (Poznan, Polonia) comparó las cifras actuales de la producción primaria neta en bosques, pastos y vegetación agrícola en las regiones templadas norteñas para responder a las preguntas formuladas al grupo de trabajo. Los valores modales de las distribuciones de estas vegetaciones eran similares, lo que llevó a Ryszkowski a concluir que la vegetación natural y agrícola de las regiones templadas norteñas tienen índices de producción primaria neta similares.

La conclusión de Ryszkowski fue apoyada por varios de los participantes en el grupo de trabajo. En la situación práctica actual de la agricultura moderna (lo que Buringh llama la forma especializada de producción —cuando el cultivo se hace de una forma moderna, con insumos de fertilizantes, pesticidas orgánicos y mecanización completa) el nivel de la producción primaria neta es similar al de la vegetación natural no cultivada. Por supuesto cuando se da una manipulación especial del medio ambiente (como en un invernadero o en un campo experimental) o se introducen insumos especiales, los índices de producción de las plantas cultivadas pueden subir en la escala, aunque hasta qué punto esta producción incrementada es útil depende de los controles (insumos) ejercidos por otros niveles de la organización. Por ello parece posible, al menos en algunas circunstancias, predecir los índices de la producción agrícola a partir de los de la vegetación natural. No está claro por qué encontramos una convergencia en la producción primaria neta de los sistemas cultivados y los no cultivados. Si el cultivo se controla para que mantenga la clorofila activa durante un período de crecimiento similar al de la vegetación no cultivada y si la superficie foliácea es la adecuada para absorber la energía lumínica disponible podremos esperar que los dos tipos de vegetación tengan índices de producción primaria bruta similares. Ahora bien, la utilización de la energía para el metabolismo de las plantas es de esperar que difiera de la que hacen la vegetación natural y los bosques y las plantas cultivadas (Golley 1972) con lo que tendremos diferentes índices de producción primaria neta con los índices más altos en las plantas cultivadas. El ecologista de plantas puede pensar inmediatamente en muchas formas en que la vegetación na-

tural y la cultivada son diferentes en estructura y en función. Por ello el hecho de que la tendencia central de estas distribuciones converja no ayuda demasiado. En vez de ello necesitamos una explicación de cómo están relacionados los insumos y las producciones y de cómo están controlados en bosques, pastos y campos agrícolas, para comprender qué significan los resultados estadísticos.

Estos estudios descriptivos suscitaron una serie de temas importantes tales como el papel del reciclado para mantener la productividad del sistema, el impacto de la erosión del suelo en los rendimientos y los factores que influyen en la toma de decisiones al nivel del sistema de las explotaciones. Sin embargo los datos de los sistemas de orden superior fueron inadecuados para contestar a la segunda pregunta planteada al grupo de trabajo. Parece evidente la necesidad de ampliar los análisis agroecológicos a agroecosistemas de orden superior. No sólo es esencial desarrollar explicaciones mecánicas de igual solidez para todos los niveles de la escala sino que también sería deseable llegar a comprender la naturaleza de los controles sobre la producción provenientes de los niveles más altos y con ello ser capaces de evaluar de forma total los costes y los beneficios de los insumos y los productos del sistema.

Con todo ello el grupo llegó a varias conclusiones (analizadas en parte por el secretario R. Margalef, Barcelona, España).

- 1) La producción es una variable controlada por factores fisiológicos intrínsecos, la especie, el medio ambiente y los insumos del cultivo.
- 2) Al menos en las regiones templadas norteanas, el valor medio de la producción primaria neta de bosques, prados y cultivos es similar, aunque no comprendemos la razón de esta convergencia de los valores medios de la producción.
- 3) Para desarrollar la explicación mecánica adecuada de los niveles de producción agrícola necesitamos comprender el proceso de producción y su control a todos los niveles de un sistema jerárquico, desde la hoja hasta el mercado global y los sistemas sociopolíticos.
- 4) Contando con los análisis de todos los niveles del sistema será posible comprender como los sistemas de nivel más alto controlan a los de nivel más bajo así como desarrollar explicaciones mecánicas, incluyendo modelos del proceso de producción desde el nivel global hasta el de la hoja.
- 5) Para conseguir mejoras adicionales en las producciones agrícolas es deseable que se incremente la investigación de los sistemas de nivel superior para conseguir que la calidad de la explicación sea la misma en toda la jerarquía agroecológica.

**BIBLIOGRAFIA**

- GOLLEY, F.B., 1972. *Energy Flux in ecosystems*, págs. 69-90. En J.A. Wiens (editor). *Ecosystem Structure and Function*. Editorial de la Universidad del Estado de Oregon, Corvallis.
- LIETH, H. 1975. *Energy productivity of the major vegetation units of the world*, págs. 203-215. En H. Lieth y R.H. Whittaker (editores). *Primary productivity of the Biosphere*. Springer-Verlag. Nueva York.

