

# La revolución verde en el contexto de la crisis ambiental

Luis Jair Gómez Giraldo MVZ, MSc  
Jairgomez@une.net.co

## II. Biodiversidad y Revolución Verde.

*En la historia del desarrollo de la Técnica se han producido dos Grandes fenómenos antropológicos: Inicialmente, muchos milenios atrás, Se configuró el paso del prehomínido Al homínido, lo que se constituyó, En adelante, en una forma de relación de dependencia del humano de la naturaleza. Hace apenas medio milenio, la técnica deja de ser esa forma de relación para convertirse en un vínculo de dominio de la naturaleza por el humano, lo que ha producido la crisis ambiental.*

### Resumen

La Revolución Verde disminuye al máximo la biodiversidad mediante la homogenización del genoma poblacional y el genoma individual de los seres vivos explotados en la agricultura. Este proceso disminuye la capacidad de ajuste al entorno y obliga entonces, a establecer ambientes controlados para lograr la expresión del mejoramiento genético.

Al entrar la agricultura a hacer parte de la industria, vía la agroindustria, entra también el sector agrario al proceso económico de la globalización, lo que implica fuertes dependencias de nuestra economía de los países altamente industrializados.

1. Palabras claves: entorno socio económico, monocultivo, ecología, contaminación, globalización agropecuaria y medio ambiente, homogenización.

## Abstract

The green revolution decreases the maximum biodiversity through genome homogenization population and individual genome of living being exploited. This process decreases the ability of the organism to adjust to the environment and requires the establishment of controlled environment to achieve expression of genetic improvement.

Upon entering agriculture to the industry via agroindustry, agriculture also enters to the economic process of globalization, which implies strong dependencies of our economy, from highly industrialized countries.

Biodiversity, globalization, genome homogenization, green revolution II. Características de la Revolución Verde.

## Introducción

### 2.1. Entorno socioeconómico y ecológico:

Tal como ya se ha señalado en el apartado anterior, la revolución verde no fue simplemente, como en las anteriores revoluciones agrícolas, el efecto directo de un incremento poblacional, que tampoco puede negarse que lo hubo, sino algo mucho más complejo; y a esa gran transformación contribuyeron un gran número de factores, que además de producirla, orientaron su forma de expresarse.

De primero, el problema bélico del mundo que dejó a una Europa destruida en sus estructuras productivas, un muy difícil reacomodo en sus fronteras nacionales, y una necesaria revisión y reorganización de sus instituciones políticas. “La mayoría de los países industriales debieron consagrar de tres a cinco años a sus respectivas reconstrucciones antes de volver a alcanzar el nivel de actividad de 1938, mientras que los Estados Unidos se habían beneficiado durante la guerra, de un cre-

cimiento económico excepcional”<sup>1</sup>.

Pero también América Latina, ajena a esa guerra, sufrió un fuerte impacto en sus exportaciones a Europa, las cuales eran un motor muy importante en su dinámica económica.

Lambert, precisamente, llama la atención sobre el ingreso al vocabulario económico de la expresión “«crecimiento económico», (que) surge al principio de los años 50. Opuesto al fenómeno coyuntural y temporal de la expansión, el crecimiento caracteriza la progresión rápida y sostenida de la actividad económica, el empleo y los ingresos”<sup>2</sup>. En realidad se trata de un fenómeno que siguiendo a Lambert<sup>3</sup> implica una “transformación radical del ritmo de progresión de las economías industrializadas, particularmente

1 D. C. Lambert. 1978. El crecimiento económico. En “Pierre Leon. Historia económica y social del mundo. 6. El nuevo siglo XX. 1947 a nuestros días. Trad. Por M. Arandilla. Ediciones Encuentro. Madrid. P. 15.

2 Idem, p. 11.

3 Idem, p. 12.

en Europa, (que) se inscribe dentro de un doble cambio: los estrangulamientos se superan y las estructuras de producción se rejuvenecen; las economías occidentales son cada vez más dependientes unas de otras” y que superó la propuesta teórica del “Desarrollo Económico” que había sido planteada después de la segunda guerra mundial bajo el modelo de Harrod-Domar, siguiendo el nombre de sus autores (R. Harrod y E. D. Domar), y que se planteaba más el desarrollo del subdesarrollo que el desarrollo de «las economías industrializadas», según la propuesta del «crecimiento económico», ya señalada.

Sin lugar a dudas hay dos aspectos particularmente destacables dentro de este impulso al crecimiento económico. De un lado, el papel fundamental del Plan Marshall y la industrialización de la agricultura. En cuanto al Plan Marshall se trataba de financiar un relanzamiento del desarrollo industrial europeo, para el cual Estados Unidos ofrecía fundamentalmente tecnología y materias primas para lograr que Europa volviera a convertirse en un aliado económico que refrenara los desarrollos que se estaban gestando en la URSS. Seguramente esta ayuda obtuvo sus propósitos en el lado industrial metal-mecánico, pero el campo agrícola presentó una resistencia muy fuerte a cualquier tipo de dependencia y desarrolló su propia forma de producción agraria que, por supuesto, constituía también una nueva revolución agrícola paralela a la revolución verde norteamericana que ya había alcanzado la madurez suficiente, inclusive pensando en un eventual Mercado Común Agrícola Europeo que, en ese entonces, no llegó a concretarse, dadas las resistencias nacionales a la integración de este sector, pero que permitió impulsarla dada su inocultable importancia. Esto hace que también la meca-

nización entre a los nuevos desarrollos técnicos agrícolas europeos y se configure la Agroindustria en toda su extensión. B. F. Johnston y P. Kilby, 1980<sup>4</sup>, afirmaban que “el hecho fundamental de que el desarrollo económico implica inevitablemente la transformación estructural, queda más claramente de manifiesto cuando se examinan las ricas economías agrícolas que producen para mercados externos”. Hay que advertir sin embargo, que el concepto de «transformación» estructural no hace relación en este caso, a cambios en las formas de relación entre los elementos del sistema agrícola, sino a los que se operan en el crecimiento económico mismo. Estos economistas lo dejan muy claro cuando escriben más adelante: “la agricultura de alta productividad entraña directamente la industrialización; además la estimula en forma indirecta porque los servicios de factores especializados, las redes de mercados diferenciados, las instituciones financieras, etc., que sirven a la agricultura, conducen al mismo tiempo a un aumento de la eficiencia en diversas actividades manufactureras y de servicios”<sup>5</sup>.

América Latina en Occidente e India en el lado asiático, se constituyen en importantes receptores de los desarrollos de la ciencia y de la tecnología para la agricultura y en ellas prosperó fuertemente la revolución verde.

Un elemento que aparece en forma solitaria y no es tenido en cuenta en estos avances iniciales, es el aspecto ecológico. R. Carson<sup>6</sup>, una bióloga marina estadounidense, fue la prime-

4 B. F. Johnston y P. Kilby. 1980. Agricultura y transformación estructural. Trad. Por E. L. Suárez. Fondo de cultura económica. México. P. 58.

5 Idem, p. 58.

6 R. Carson. 1980. (Original, 1962) La primavera silenciosa. Ediciones Grijalbo. Barcelona.

ra en plantear este tipo de problemas derivados directamente de las dinámicas inherentes a lo que sería la revolución verde en pleno. Entre otros aspectos planteó particularmente dos de gran relevancia. De un lado la gran promoción de los plaguicidas que habían tenido su primera expresión en el DDT, que fue utilizado con otros pesticidas, en algunas zonas agrícolas de Estados Unidos. Esta investigadora encontró que los osos polares tenían en las abundantes grasas de sus cuerpos, diferentes cantidades de DDT, que a su vez pasaba al cuerpo de los esquimales, que empezaron entonces a padecer de cáncer, una enfermedad nunca antes conocida dentro de esta comunidad. Un punto a destacar en este caso, y que se preguntó la bióloga norteamericana, era sobre la procedencia de esta sustancia en tanto no era posible que hubiese tenido uso alguna vez en una zona como el Polo Norte, donde no es posible desarrollar producción agrícola alguna. Se encontró entonces que entre 1954 y 1961 se había presentado una invasión de escarabajos en la zona agrícola de Sheldon, en Iowa, contra la que los granjeros realizaron una intensa lucha para erradicarlos recurriendo al uso intensivo del DDT, y que, desde ahí, vía la «cadena trófica», había llegado hasta los osos polares y desde estos debió pasar a los esquimales. Esta publicación de denuncia contra los «pesticidas químicos», publicada en 1962 bajo el nombre de “La Primavera Silenciosa”, le causó muchos problemas, en tanto los productores de pesticidas hicieron una intensa campaña de desprestigio buscando silenciarla. Ella llamó «biocidas» a estos productos en razón de no tener ninguna especificidad y ser peligrosos para la vida en general.

Señalaba R. Carson que anualmente se producen en Estados Unidos alrededor de 500 nuevos productos quími-

cos, y de estos, unos 200 se han creado desde 1940, y son para matar insectos, destruir malezas, roedores y otros organismos comúnmente llamados «plagas». Hay que decir, que una vez se llegó a la guerra de Vietnam esta cantidad se multiplicó dramáticamente. El registro es muy revelador, entre 1947 y 1960 se quintuplicó la producción de plaguicidas al pasar de 124'259.000 libras en 1947 a 637'666.000 en 1960. Se entiende que los efectos sobre la biodiversidad y la salud humana han sido muy negativos.

Es innegable que este intenso uso de pesticidas mejoró, inicialmente, de manera importante la producción de vegetales, sobre todo de los cereales básicos de la revolución verde, a tal punto que surgió una buena cantidad de excedentes que para que no alteraran el mercado aumentando notoriamente la oferta, se hizo necesario diseñar un programa de almacenamiento de alimentos que en 1962, dice Carson, le costó al contribuyente norteamericano más de mil millones de dólares. Éste es el segundo aspecto de gran importancia estudiado por esta bióloga.

También en la misma dirección de los problemas ecológicos derivados de la revolución verde, escribieron diez años después de Carson, Meadowset *al.*, pero esta vez llamando la atención sobre los riesgos que cambios tecnológicos de esta magnitud pueden provocar al producir un sobrepasamiento de los límites de disponibilidad de los elementos que entran en el proceso. Esta situación ya se ha hecho incuestionable a través del tiempo y a ello se hará referencia más adelante.

Es precisamente durante ese decenio que la humanidad tuvo consciencia de que estaba desarrollándose una crisis ambiental, al mismo tiempo que se celebraba, por otra parte, el floreci-

miento y despliegue de la tercera gran revolución agrícola de la historia de los humanos sobre el planeta, la revolución verde. La primera, la aparición de la agricultura que surgió inicialmente en Mesopotamia, y luego, independientemente, en otros sitios y tiempos, para ir sustituyendo lentamente, la caza y la recolección; luego, en el siglo XVIII, la segunda, que fue dejando atrás el barbecho y extendiendo la rotación triple de cultivos, a partir de Europa; y más recientemente, en la mitad del siglo XX, emerge con gran fuerza la revolución verde, la tercera, que se apoya en el mejoramiento genético y la agroindustria, y se despliega al resto del mundo desde Norteamérica.

## **2.2. Elementos constitutivos de la revolución verde:**

No parece posible, cuando se hecha la mirada un poco hacia atrás en la historia de la agricultura y de las revoluciones agrícolas, ignorar que la revolución verde ha constituido un cambio estructural en el biosistema que configura la agricultura tradicional, aquella que emerge de la primera revolución agrícola, hace unos diez mil años, y aún de la que se desprende de la más reciente revolución agrícola del siglo XVIII.

Empecemos por plantear qué es una estructura en términos de la sistémica. Se trata de la forma en que se articulan los componentes o elementos de una totalidad organizada que actúa autónomamente en forma tal que es identificable por su operar. Esta forma de actuar de manera tal que se hace distinguible, es el resultado de su organización. Se entiende entonces que cuando un conjunto operativo, esto es, un sistema, cambia estructuralmente, es decir, sufre una «reestructuración», implica que ha ocurrido una modificación notable en cuanto a la forma en

que se articulan los elementos que lo componen, ya sea que desaparezcan o no algunos de ellos, y aparezcan o no otros nuevos.

Esto puede provocar un cambio de la organización del sistema, es decir, esa totalidad tal como se reconocía en su identidad, cambia en su forma de operar a una manera diferente, esto es, se configura otro sistema. En el caso de una unidad de producción agrícola en la manera tradicional, lo que significa, posterior a la segunda revolución agrícola (siglo XVIII) y anterior a la revolución verde, lo que comúnmente se tiene –no siempre–, es una red de flujos de alimentos y minerales en la que las trayectorias principales son poblaciones de animales, plantas, hongos y microorganismos, que, como lo señala tan acertadamente H. T. Odum -1980<sup>7</sup>- cada una de estas poblaciones viven de un modo característico, y que de acuerdo a ese modo de vivir, hacen sus aportes a los flujos materiales y energéticos del ecosistema. Lo que el agricultor hace es mantener este tipo de configuración estructural, pero escogiendo las plantas, animales, hongos y microorganismos para explotar y disponiéndolos en un espacio dado. De ahí se obtienen sus productos para subsistencia y/o para el mercado. Las técnicas de explotación se acomodan a ese plan general: mantener sólo los seres vivos que le interesan, disponerlos espacialmente, realizar abonamientos, generalmente orgánicos –estiércol, compostaje o abono verde- a partir de los desechos de las cosechas y de los animales y, en ocasiones, con adición de abono químico en pequeña escala; hacer rotación o reposición de cultivos ajustándolos a las condiciones meteorológicas con algunas intervenciones de riego, si se hace necesaria y cose-

7 H. T. Odum. 1980. Ambiente, energía y sociedad. Trad. Por Diorki. Editorial Blume. Barcelona. P. 83.

chando manualmente una vez los frutos estén listos para el autoconsumo, el almacenamiento o el mercado. Se entiende que las semillas se producen en la misma granja o se intercambia con vecinos. Esquemáticamente, se puede representar ese sistema agrícola tal como aparece en la figura N° 1.

Con el advenimiento de la revolución verde se presenta un profundo cambio estructural que genera un nuevo agrosistema, en el que los flujos de materiales y energía ocurren de forma muy diferente. Se opera una incorporación de técnicas y elementos nuevos al sistema y se da una nueva forma de articulación estructural. En cuanto a técnicas son notables el mejoramiento genético por aplicación de la genética de poblaciones; la gentecnología mediante la ingeniería genética; el monocultivo se hace dominante; hay una

intensa utilización del monocultivo vegetal o de la mono especie en producción animal, en los que también se aplica el confinamiento que, en muchos casos, permite un control estricto del entorno inmediato –microclima.

En el lado de nuevos elementos que entran en la configuración del sistema se deben destacar la maquinaria y herramientas metal-mecánicas para siembra, cosecha, riego y aspersión de agua y agroquímicos; comederos y bebederos mecánicos, silos de almacenamiento, construcciones para alojamiento. Todos ellos se articulan y participan de la operatividad del sistema, de tal manera que hay una amalgama de seres vivos y objetos inertes que configuran la organización del sistema al mismo nivel de importancia. Una observación cuidadosa de los dos gráficos, da cuenta de esta situación.

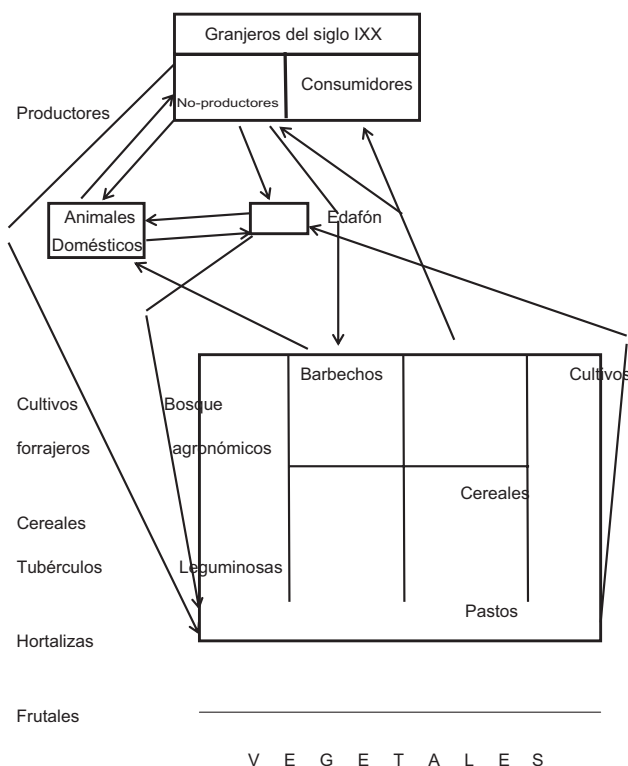
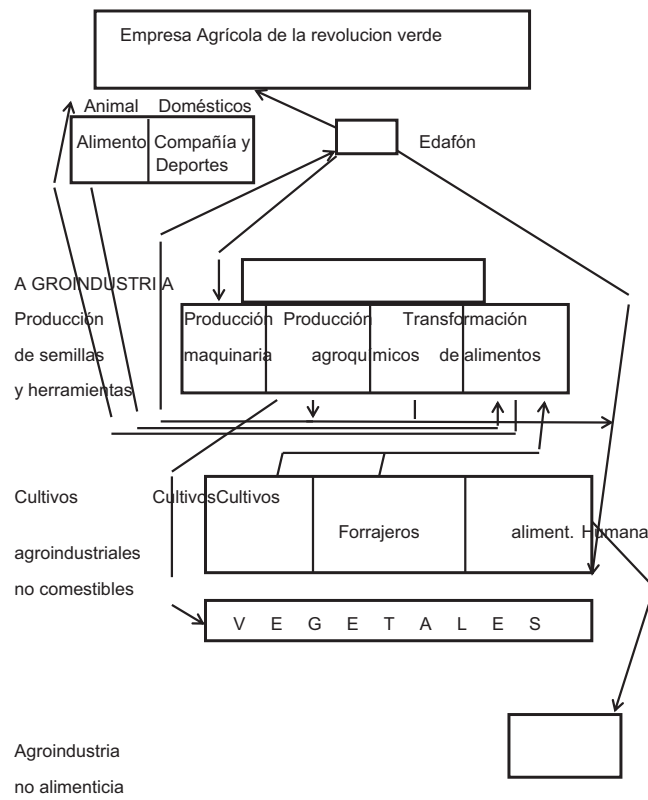


Figura N° 1. Estructura y organización del agrosistema tradicional.

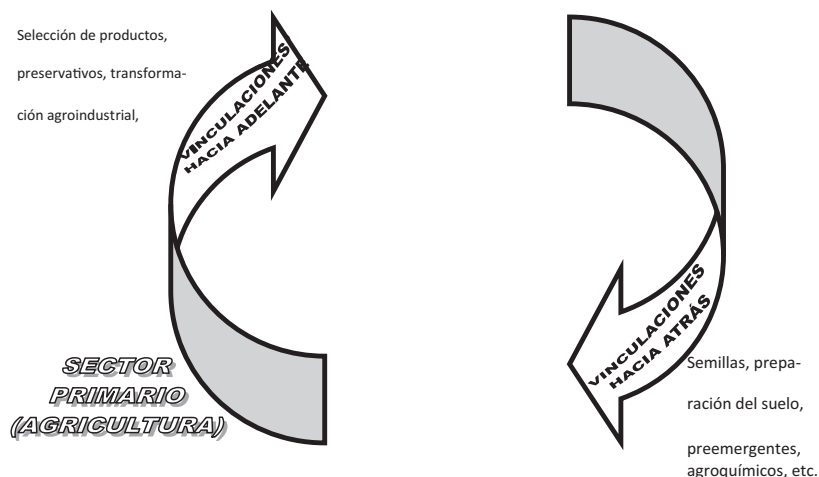


**Gráfico Nº 2.** Estructura y organización de la Revolución Verde

Algunas explotaciones animales en confinamiento, donde se les alimenta con cuidados comerciales, han creado en los economistas, en su pernicioso análisis, la extraña ilusión de que son explotaciones en las que se ha suprimido el suelo, en tanto el alimento proviene de otra empresa y no hay cultivo ninguno asociado en el mismo espacio de explotación. Esta afirmación es completamente falaz en tanto no es posible obtener el alimento sin cultivo y, por consiguiente sin suelo, sólo que en el caso de estas explotaciones propias de la revolución verde, los procesos productivos se segmentan a la manera de los modelos industriales, y cada segmento puede corresponder a una empresa independiente. De la misma manera, no puede crearse lo

mismo de los cultivos hidropónicos, en tanto todas las sustancias asociadas al agua para «nutrir» la planta provienen del suelo.

Hay que hacer notar en la nueva articulación de los elementos –nueva estructura sistémica–, el notable peso del proceso agroindustrial que articula los procesos agrícolas a los procesos industriales creando así una ligazón entre unos y otros tal como ya se ha señalado, tanto para los implementos biológicos –semillas vegetales y animales (semen y embriones), como para los implementos mecánicos –maquinaria y herramientas–; suministros químicos –abonos químicos y pesticidas–; y además un conjunto mecánico muy importante cual es la maquinaria para la transformación de alimentos.



**Gráfico N° 3.** Vinculación del sector agricultura al sector industrial

Conviene hacer notar tres aspectos muy importantes. En primer lugar, la vida de los vegetales, elementos centrales al lado de los animales en la producción agrícola, responden a una dinámica movida, casi exclusivamente, por energía solar, que en el proceso de fotosíntesis es transformada en energía de enlace químico, que es la que fluye por el endosoma de todos, absolutamente todos, los seres vivos, incluyendo a los animales humanos, por supuesto. Y este es el proceso dominante en la producción agrícola tradicional, donde sólo una muy pequeña parte de la energía es exosomática, es decir, que no fluye endosomáticamente y, en consecuencia, no va a formar parte del soma del ser vivo, y, por ende, esa energía no va a ser un constituyente del alimento. Es el caso de las corrientes de agua y de aire que mueven las semillas y las ramas, de las herramientas con las que el agricultor tradicional aplica sus técnicas.

Todos estos elementos, -fuerza de trabajo del agricultor, los diversos aperos, los animales de labranza, etc.-, son los que permiten establecer formas de control sobre los procesos espontáneos

de la naturaleza y generar excedentes para el mercado. Vale decir, esto es lo que permite vincular la agricultura tradicional a los flujos económicos convencionales. Gráficamente se puede representar este proceso como aparece en el gráfico N° 3.

En este orden de ideas cabe advertir que todos los procesos industriales sin excepción, operan con energía exosomática, lo que implica que tienen una profunda influencia benéfica en la economía convencional, puesto que la dinámica de la producción, el transporte y demás aspectos no podrían realizarse de ninguna otra manera, pero necesariamente aumenta los costos de producción cuando se aplica a la producción agrícola. No podemos ignorar, que hay un proceso espontáneo de la naturaleza viva que cobijó al ser humano desde que apareció sobre el planeta y éste se mantuvo dentro de la forma primitiva de vida como predador y como presa, pero avanzando lentamente en la forma de relación denominada de «Caza y Recolección». Puede decirse que el humano era ahí, como debiera seguir siéndolo, un nodo más dentro de la red de la vida,



sin ventajas ni desventajas más allá de su desarrollo cerebral y lo que esto implicaba en capacidad de defensa frente a los predadores y las dinámicas de su interacción con la naturaleza física. Sin embargo, algún tiempo después de iniciarse el proceso de la agricultura se empieza a fabricar herramientas de metal que incorporan energía exosomática, pero más adelante, con el avance en las técnicas que demandan más herramientas, es más la energía utilizada, lo que lleva a que se incremente la producción por unidad de ser vivo o de superficie, que a su turno, constituye la forma parcial de compensar el aumento de los costos. Se entiende, claro está, que en el proceso agroindustrial de la revolución verde puede ocurrir lo mismo y generalmente así lo consigna la economía conven-

cional, pero cuando se mira en detalle, lo que se descubre es que la agroindustrialización de la agricultura tiene un «efecto» benéfico que se expresa en cantidad de producto obtenido, pero con una «eficacia económica» negativa en tanto se constata que el costo se ha incrementado de tal forma que no se compensa en todos los casos, con el aumento en producto obtenido. No obstante, esto necesariamente implica que la acumulación individual ha aumentado puesto que el proceso industrial, en donde cada segmento del proceso, como se expondrá más adelante, es realizado por empresas individuales y, en consecuencia, cada una de ellas puede obtener sus propios beneficios económicos y además se les hace posible realizar manipulaciones del mercado.

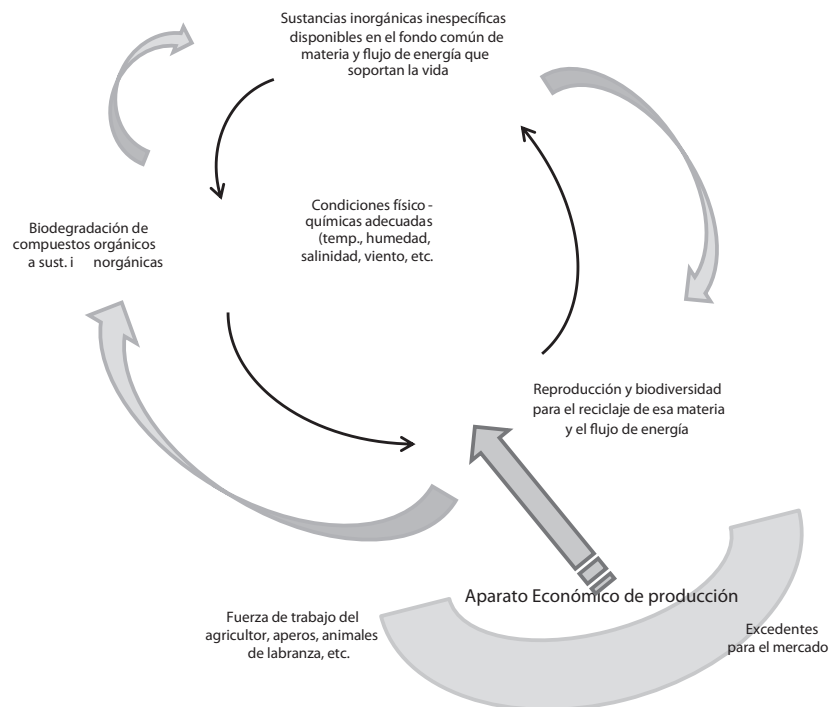


Gráfico N° 3. Proceso espontáneo de la vida y el efecto del aparato industrial

La confrontación entre la «eficacia económica» y los flujos energéticos exosomáticos –procesos agroindustriales- cuya energía no se incorpora al flujo endosomático pero aumenta los costos de producción y se espera que genere algunos incrementos en producto biológico por unidad de superficie o de ser vivo, es entonces, el que debe trazar los límites dentro de los cuales se deberían tomar las decisiones económicas en el juego de la producción agroindustrial.

En este punto es muy clara la incapacidad de la teoría económica convencional para explicar la racionalidad del mantenimiento de una producción más costosa por unidad de producto. En efecto P. Sraffa, 1982<sup>8</sup> razona así: “la existencia de dos métodos, uno junto a otro, (agricultura tradicional, agricultura de revolución verde), puede ser considerada una fase en el curso de un incremento progresivo en la producción sobre la tierra. El incremento tiene lugar mediante la gradual extensión del método que produce más grano a un coste unitario más alto, a costa del método que produce menos. Tan pronto como el primer método ha sido extendido a toda el área, la renta se eleva hasta el punto en que un tercer método que produce aún más grano, a un coste más alto aún, puede ser introducido para ocupar el lugar del método que acaba de ser reemplazado”. En este caso el concepto de fondo es la «renta del suelo» en tanto podría ser una explicación plausible si no interviniera, en forma tan determinante, el proceso mecánico-industrial, que, como ya se ha señalado, implica una «reestructuración» de las relaciones entre los elementos del sistema de tal naturaleza que emerge un nuevo

sistema, y, por consecuencia, se pierde la base común de comparación. En este orden de ideas, sólo los procesos políticos de dependencias económicas –desarrollo y subdesarrollo-, que se establecen en el caso de la agricultura, a partir de los subsidios agrícolas en los países desarrollados, impagables en los subdesarrollados, permiten manipular el mercado internacional. Además de los subsidios, es de gran importancia el extraordinario empuje que el sistema agroindustrial de la revolución verde, da al sector industrial de la economía, a través de la producción de la maquinaria agrícola, que favorece la industria de los países desarrollados. Hay que decirlo entonces: lo que en verdad parece trazar los límites, es la necesidad, por parte de los países industrializados, de garantizar su soberanía alimentaria soportada por la disponibilidad, en gran cuantía, de los subsidios agrícolas y las posibilidades que de ellos se derivan de realizar manipulaciones del mercado internacional agrícola para quebrar la capacidad natural de libre competencia de los países en desarrollo, sobre todo los asentados en el trópico. El trabajo pionero de D. Pimentel *et al.*, 1973<sup>9</sup>, los trabajos de B. A. Stout, 1980<sup>10</sup>; los de la FAO en “Energía y Agricultura”<sup>11</sup>; los estudios al respecto del mismo tema de la energía en la agricultura, de R. Passet, 1996<sup>12</sup>; y las juiciosas conside-

8 P. Sraffa. 1982. Producción de mercancías por medio de mercancías. Trad. Por L. A. Rojo D. Oikos-tau ediciones. Barcelona. P. 107 y ss.

9 D. Pimentel, L. E. Hurd, A. C. Bellotti, M. J. Foster, I. N. Oka, O. D. Sholes and R. J. Whitman. 1973. Food production and the energy crisis. Science, 182: 443- 448.

10 B. A. Stout. 1980. Energía para la agricultura mundial. Colección Agricultura. FAO. Roma.

11 FAO. 1977. Energía y Agricultura. En “Estado mundial de la agricultura y la alimentación”. P.p. 81-111.

12 R. Passet. 1996. Principios de Bioeconomía. Trad. Por M<sup>a</sup> V. López. Fundación Argentinaria-Visor. Madrid.

raciones de N. Georgescu-Roegen<sup>13</sup>; y otras más, son suficientes para apoyar la afirmación anterior.

Se desprenden de este análisis dos nuevos aspectos que deben considerarse. De primero el de los subsidios agrícolas y de segundo el de la quiebra de la Economía del Bienestar, tal como lo analiza H. Marcuse en su conocido texto “El Final de la Utopía”<sup>14</sup>.

En cuanto a los subsidios, en Estados Unidos, desde los tiempos de la gran depresión de 1929, se consideró la opción de los subsidios para los agricultores, dada la necesidad de mantener una producción suficiente de alimentos; pero esta política fue haciéndose cada vez más importante en tanto sobrevino la tragedia de la segunda guerra mundial, que trajo consigo la preocupación por una seguridad alimentaria que no dependiera de los suministros del exterior. Ya en 1961 R. Carson relata que en ese año el sostenimiento del almacenamiento de excedentes agrícolas le costó al contribuyente americano mil millones de dólares.

En Europa, cuando empieza a sentirse la recuperación económica iniciado el decenio de los 50's se da paso a una intensa discusión hasta lograr que las agriculturas nacionales mantuvieran su independencia como manera de cubrirse de los riesgos de dependencias alimenticias, así fuera necesario dar subsidios al campesino. De igual manera Japón llegó a la misma política. Para ilustrar un poco esta situación se puede mencionar que en Estados Unidos los subsidios a la agricultura han ido aumentando vertiginosamente, así:

1980 ..... 2.780 millones de dólares,  
1986 .25.800 millones de dólares,  
2002.... 180.000 millones de dólares.

En la Comunidad Económica Europea, aumentó en el decenio de 1976 a 1986 en 3,5 veces el nivel de subsidios al pasar de 6.200 a 21.500 millones de dólares. Para el año 2001, la OCDE otorga 360.000 millones de dólares en subsidios a sus agricultores, es decir, 1.000 millones de dólares diarios. Tanto en Estados Unidos como en la Comunidad Económica Europea, los subsidios han seguido aumentando a pesar de la solicitud reiterada de los países en desarrollo de suprimirlos para lograr una libre competencia en el mercado.

Ya, en plena marcha de la revolución verde, con su fuerte atadura a la industria, se encontró que, a pesar de la crisis energética 1973/74, era necesario seguir impulsando el desarrollo industrial y dentro de éste, el agroindustrial, no obstante el aumento de los costos de producción de alimento. Fue así como la FAO cambió el programa de “Ayuda Alimentaria” que había surgido inmediatamente después de la segunda guerra mundial y que buscaba utilizar los excedentes de las agriculturas de mayor productividad, para paliar el hambre en aquellos países más pobres y con sectores hambrientos en su población, por el programa de “Seguridad Alimentaria”, que lo que se proponía era llevar el desarrollo técnico a los países menos desarrollados para que mediante un aumento de los ingresos, se garantizara la capacidad de acceso económico al alimento, ya fuera en el mercado nacional o en el internacional. Se encubría, para hacer semejante afirmación, con el sofisma de que los países pobres podían lidiar con el problema de los subsidios, que en el mercado internacional dis-

13 N. Georgescu-Roegen. 1996. La ley de la entropía y el proceso económico. Trad. Por L. Gutiérrez Andrés. Fundación Argentaria-Visor. Madrid.

14 H. Marcuse. 1968. El final de la utopía. Trad. Por M. Sacristán. Editorial Ariel. Barcelona.

torsionaba los precios, mediante la incorporación de la tecnología, que se nos vendía y además se nos informaba académicamente de los desarrollos técnicos bajo el concepto de Empresa Agraria. En el entretanto se ofrecían en ese mercado granos a precios más bajos que los que se podían producir en los países en desarrollo, lo que impulsaba y aún impulsa a comprar alimentos en el mercado exterior ofrecidos a precios subsidiados, para paliar los altos costos de producción. Se trata simplemente de vender tecnología, insumos, maquinaria, herramientas y hasta semillas patentadas. Queda claro entonces, que el pomposo nombre de «Seguridad Alimentaria» es completamente engañoso y ruinoso para la agricultura de los países pobres.

Pero hay algo más dentro de esta problemática de la producción de alimentos. Se reconoce que la revolución verde ha logrado un importante aumento de la producción de alimentos en el mundo a tal punto que no parece posible pensar que haya déficit real de ellos. Sin embargo, también se reconoce en todos los foros internacionales que tratan el problema, que el hambre se mantiene a niveles que superan el 30% de la población mundial. Se acaba de señalar en varios de los párrafos anteriores que el fenómeno de los subsidios y el poder económico de los países desarrollados, les da capacidad para manipular el mercado, como en efecto lo hacen. Pero además ha entrado a este arsenal de elementos que permiten la manipulación del mercado otro aspecto, que paradójicamente, también hace parte de las técnicas de revolución verde, es decir, es uno de sus constituyentes; la referencia es a la alimentación animal. Desde la década de los 70 se fue expandiendo en Estados Unidos y luego en Europa los «feed-lot», que consisten en grandes establecimientos para alimentación de

ganado a granel. En 1980, Ceres<sup>15</sup>, una revista de divulgación de la FAO publicaba una nota muy reveladora, que empieza con la siguiente apreciación muy humana: “¿Cuál es el alimento básico del pobre? En la mayoría de los países del mundo – y esto se puede afirmar sin temor a equivocarse – consiste esencialmente en cereales, desde el bol de arroz asiático hasta la pizza italiana, desde el pan francés hasta el mijo africano, siempre se parte de un puñado de cereal, un poco de agua y no mucho más”. En una investigación realizada entre 1975 y 1977 se encontró, señala la misma nota de la FAO, que del total de cereales consumidos en el mundo, el 13,7 % alimentó a los hombres y mujeres de los países desarrollados, mientras el 45 % se destinó a los habitantes de los países en desarrollo. Durante el mismo período, en los países desarrollados se consumió 34,6 % y, en los en desarrollo el 6,7 de los cereales, para el engorde de ganado.

Apenas cuatro años después, P. A. Yotopoulos<sup>16</sup>, del Instituto de Investigaciones Alimentarias de la Universidad de Stanford, plantea lo que él llama “la conexión alimentos-forrajes”, y da cuenta de que en 1980, el 39 % de los cereales se dedicó a pienso, el 47 % a comestible para humanos y el 14 % a usos industriales y de otro tipo. De los dedicados a pienso, el 81 % fueron consumidos por los animales de los países desarrollados. Pero vale la pena, para caer en nuestro tema, transcribir la afirmación concluyente de Yotopoulos: “existe una cierta relación entre el mercado de cereales comestibles y el de cereales para pienso – ambos mer-

15 FAO. 1980. Menos trigo en la mesa y más en el establo. Ceres (Septiembre – Octubre). P. 6.

16 P. A. Yotopoulos. 1984. La competencia por los cereales: la conexión alimentos forrajes. Ceres 101: 22 a 25.

cados están vinculados de algún modo – lo cual plantea problemas especiales de precios. .... En un mundo en el que el mercado de los cereales comestibles y el de los cereales forrajeros están vinculados, un aumento en el precio de los segundos raciona en la práctica la cantidad de carne que consumen las clases medias. .... El aumento del precio de los piensos repercutiría en el mercado de los granos comestibles encaminando cereales hacia el ganado y elevando el precio de los cereales comestibles. El aumento de los precios es causa de que baje el ingreso real de los pobres, y de que se contraiga la demanda de los cereales comestibles”. Existe además un aspecto adicional a esta situación directamente relacionada con las características de la revolución verde, se trata de que el pienso –gramíneas y leguminosas en el pastizal y el ramoneo-, es lo normal fisiológica y evolutivamente hablando en la alimentación de todos los herbívoros, como son la casi totalidad de los animales que sirven como fuente de proteína de alta calidad en la alimentación de los humanos; y que además el pasto se cultiva, se somete a prácticas de mejoramiento genético y de manejo agronómico como cualquier cultivo y, lo más importante no compite con el hombre para la alimentación; sin embargo se siguen sustrayendo granos –leguminosas y cereales- producidos con técnicas de revolución verde y útiles para la alimentación humana, para la producción animal agrotécnica.

En cuanto al aspecto de la quiebra de la “Economía del Bienestar”, creada por A. Pigou en el decenio de los 20’s, en pleno periodo de posguerra, la consideración de fondo era que se disponía ya, en ese tiempo, de los medios

técnicos y la riqueza suficiente para mantener el «bienestar» en toda la sociedad. Esta Utopía, según lo señalaría H. Marcuse<sup>17</sup> en su célebre conferencia de 1967 en Berlín, no llegó a su final porque el sueño se volviera realidad, sino porque la economía del bienestar era, en verdad, una falacia como doctrina económica. En efecto, la razón fue que el concepto de utilidad, un concepto teleológico en su esencia en tanto se trataba de ajustar una cosa a la otra en orden a obtener un determinado fin, perdió el sentido originario Spinoziano para adecuar una concepción eminentemente social al individualismo propio, esencial cabe decir, del capitalismo, esto es, para ponerla en función de la acumulación individual, y no de la sobrevivencia del ser humano en sociedad.

En el caso de la revolución verde hay que señalar precisamente que el ingreso de la gran industria a la producción agraria, no sólo distorsionó por completo la dinámica propia del sistema agrícola tradicional, sino que introdujo en éste, los intereses de la gran empresa industrial que se mueve bajo otros criterios y dinámicas – las propias de la metal-mecánica-, uno de cuyos elementos es entonces la ganancia del capital industrial, que distorsiona y pone a su servicio los excedentes biológicos inherentes a la producción con seres vivos.

Y es en este punto, donde entra un segundo aspecto respecto a la transformación estructural del sistema agrícola tradicional que precedió a la revolución verde. Como ya se había señalado, los desastres de la segunda guerra mundial condujeron a la afirmación de que sólo el «crecimiento económico» podría restablecer un nue-

17 H. Marcuse. 1981. El final de la Utopía. Trad. Por M. Sacristán. Editorial Ariel. Barcelona.

vo equilibrio económico como reza la economía neoliberal con la que se deja atrás la economía del bienestar, pero emerge de este ejercicio de la política, ahora ya dominada por la economía, otra contradicción que se inscribe en la falacia de suprimir la pobreza, o en la idea maestra de la acumulación individual, como objetivo central del individualismo económico; se trata del descubrimiento, impertinente además, y que había que esforzarse en ocultar, de que el crecimiento económico conduce, necesariamente, a la degradación del biosistema, vía disminución de los stocks de los recursos naturales y sus subsecuentes desequilibrios, y también, vía copamiento y alteración prominente de las retroacciones propias del reciclaje natural y sobrepasamiento de la capacidad de los sumideros.

Con esto se quiere decir que en la agricultura más tradicional en tiempos de muy poca población urbana, -10% o menos-, la casi totalidad de los desechos agrícolas –cáscaras, tallos, hojas, raíces, desechos de cocina, etc.,- que-

daban, en forma directa o a través de los animales, sobre el terreno agrícola y se incorporaban al fondo común de materia orgánica del suelo en uso agrícola, previo proceso de descomposición y fermentación natural. El gráfico N° 4 puede dar una buena idea de esta perspectiva.

Con la revolución verde y el gran desarrollo urbano, ambos fenómenos estrechamente relacionados, este reciclaje se alteró por completo, y la mayor parte de los desechos quedan en el área urbana como «basura» de las instalaciones agroindustriales o de las cocinas familiares, y su destino inmediato es el relleno sanitario urbano, la corriente de agua más cercana y, por esta vía, en último término, el mar. Esta situación además de la intensidad de explotación del suelo agrícola con las nuevas variedades de alta y rápida producción ha creado un grave problema de desertización. Debe entenderse que hay otros aspectos más, que contribuyen a la desertización que serán tratados más adelante.

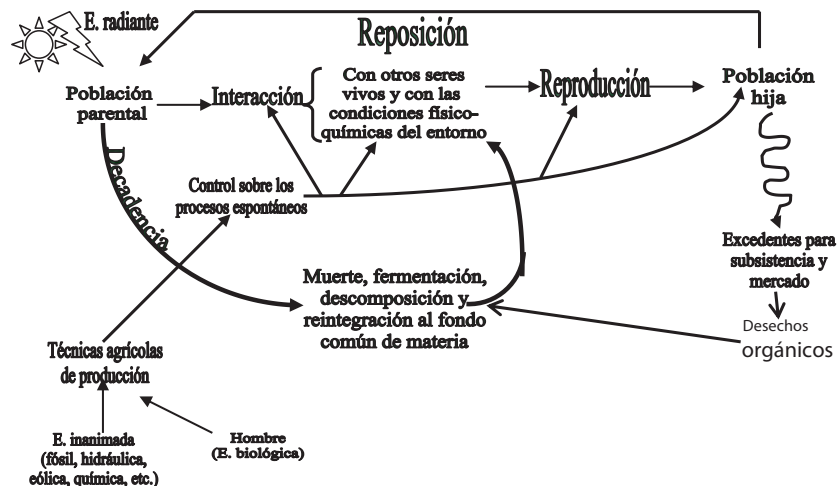


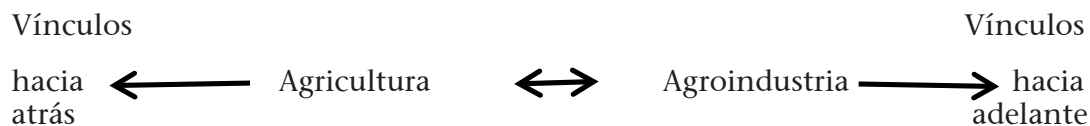
Gráfico N°4. Producción con seres vivos

Todas estas consideraciones nos llevan a pensar que inevitablemente, los límites de la economía convencional, una actividad eminentemente humana y además social, no están en la «riqueza» que se supone indelimitable, sea ella natural o artificial, sino en los metaequilibrios dinámicos del biosistema, metaequilibrios que sólo ahora empiezan a tenerse en cuenta, cuando su deterioro es inocultable.

Fue así como en esa transformación estructural de la agricultura tradicional, se consideró que hacia adelante no había límites y que el ligar la agricultura a la mecánica para configurar la agroindustria cualquier límite real se volvía económicamente superable, lo cual dio origen a dos fenómenos muy particulares: al someter los procesos vivos de la agricultura a los controles de la mecánica industrial, se borrarían los bordes espaciales fortaleciendo el proceso biológico; y de segundo, al someter el despliegue direccionante del desarrollo biológico, mediante el control del genoma, se borrarían los lími-

tes temporales y cuantitativos del proceso biológico. Estos dos aspectos caen dentro de lo que D. H. Meadowset *al.*, denominan “saltos tecnológicos”<sup>18</sup>, que en este caso, son tan radicales que determinan una transformación estructural del sistema, tal como ya se ha señalado, por cuanto ha ocurrido un cambio de relaciones entre los elementos que llevan a modificaciones profundas en la organización del sistema; por tanto, si bien es cierto que algunos de los componentes de esa agricultura tradicional anterior, permanecen en la revolución verde, también lo es que entran unos nuevos, relativos a lo que se acaba de mencionar –controles mecánicos y controles al interior del genoma con transformaciones ambientales –lo cual implica que se modifiquen las series temporales y espaciales –monocultivo- los objetivos, los eslabones de la información del sistema, etc.

C. Pomareda, 1991<sup>19</sup> ha logrado una síntesis gráfica magistral sobre esta nueva expresión de la producción agraria:



### El complejo Agropecuario-Agroindustrial

#### Gráfico Nº 5. La agricultura como sector ampliado

18 D. H. Meadows, D. L. Meadows y J. Randers. 1992. Más allá de los límites del crecimiento. Trad. Por C. A. Schvertz. Ediciones El País/Aguilar. Madrid, p.p. 200 y 230.

19 C. Pomareda B. 1991. Modernización de la agricultura como requisito para el desarrollo. En “De la crisis al crecimiento”. Memorias 3º Congreso de Economía Agrícola de América Latina y el Caribe. Cartagena. P. 18.

Un tercer aspecto hace relación a la percepción del empresario con el sistema agroindustrial, cuando empieza a considerar lo vivo como similar a lo inerte y en tal caso piensa que se trata de identificar una a una las partes del sistema y que al lograrlo, el trabajo se reduce a la provisión y control de esas partes como es el caso de los objetos inertes. Se trata entonces de pensar el sistema como cerrado y controlable desde el entorno –algo imposible cuando se trata de seres vivos-, con lo cual se garantizaría que la máquina viva, responde de una sola forma, ya prevista además, desde adentro y que sólo se trata de garantizarle unas estructuras disipativas artificiales para proporcionar agua –riego-, elementos nutricionales –abono-, elementos de control de distractores físicos o biológicos –confinamiento, invernaderos, «pesticidas», etc.- Es claro, como se había mencionado anteriormente, que la articulación e información entre los elementos del sistema ha sufrido una gran transformación, a tal punto que puede decirse que se está frente a otro sistema.

Se ha indicado anteriormente que la agricultura tradicional es un sistema en el que los procesos recursivos espontáneos de la vida son intervenidos por la fuerza de trabajo humana que se ayuda con herramientas inertes y, con ellas, de energía exosomática, para establecer controles –técnicas- sobre segmentos del proceso y generar así excedentes para el autoconsumo y el mercado. El concepto de «segmentos del proceso» hace relación no a una partición sino a momentos funcionales específicos, sin que haya desintegración de la operatividad sistémica de la «totalidad viviente».

Cuando aparece la agricultura hay detrás un fenómeno demográfico que no es simplemente el solo aumen-

to poblacional humano, que supera la capacidad espontánea del entorno natural de la comunidad para proveer alimento suficiente que mantenga viable el tamaño poblacional en expansión, sino que a medida que avanza el incremento demográfico se va produciendo el proceso de «civilización»y, además, se va dando una segmentación de esa población humana en dos grandes grupos: los «consumidores productores», es decir, los agricultores que producen lo que consumen y generalmente algún excedente más para el segundo grupo, que se puede denominar «consumidores no productores», esto es, aquellas personas que se dedican a labores políticas de mando –reyes, legisladores, servidores palaciegos-, aquellos que se entregan a las labores de defensa –guerreros-, y artesanos diversos –herreros, constructores y albañiles, panaderos, costureros, textiles, etc.-, todos estos ubicados en la ciudad o el pequeño villorrio, mientras los primeros permanecen en contacto con el suelo agrícola. La diferencia en tamaño de estos dos grupos determina en buena medida los desarrollos técnicos de la agricultura, que, a su turno, da cuenta de la cantidad de excedentes.

Es muy ilustrativo al respecto el caso de la civilización greco-romana, que construyó importantes ciudades como Atenas o Roma que llegó a tener en su apogeo un millón de habitantes, y el imperio alcanzó a tener un ejército de más de medio millón de soldados. Es así como M. I. Finley -1979<sup>20</sup>- anota que después de Diocleciano, emperador del Imperio romano entre 284-305 d. C., el ejército romano tenía unos

20 M. I. Finley. 1979. La mano de obra y la caída de Roma. En "La decadencia económica de los imperios". Editado por C. M. Cipolla, J. H. Elliott, P. Vilar y otros. Trad. Por B. Paredes L. Alianza Editorial. Madrid. P. 96.



600.000 hombres. Esta circunstancia obligó al desarrollo de una agricultura con innovaciones técnicas muy importantes como la rotación bienal, la poda, las tijeras podadoras, el abonamiento juicioso y periódico de las parcelas agrícolas bien delimitadas, el injerto, los arados de rejas, las máquinas segadoras, molinos movidos por asnos otros desarrollos más, que ayudaron a la provisión de alimentos para el avituallamiento de los ejércitos que se dedicaron a la conquista y colonización de nuevas tierras para el mantenimiento de un aparato político y económico de gran envergadura.

La revolución verde da cuenta entonces, de un aumento poblacional como ya ha sido puesto de relieve, pero también, según ya se anotó, de un extraordinario desarrollo urbano, de tal manera que se pasó a un predominio de los consumidores no-productores, como nunca antes lo había conocido la humanidad. Al aspecto del alimento hay que agregarle la producción para la industria textil –algodón, lino, seda cáñamo-, la de la construcción –madera- y más recientemente, la alimentación para los animales domésticos, incluyendo las mascotas que aumentan día a día, y la producción vegetal para el biocombustible –palma africana, maíz, caña de azúcar, etc.-

Todas estas transformaciones en la forma de producir –técnicas agrícolas- y el objetivo de la producción, están atravesadas por la dinámica industrial y ocurren entonces, dos fenómenos: de un lado hay un gran predominio de la mentalidad mecánica, propia de la consideración de lo inerte; y como derivación de éste, en segundo término, se aplica el llamado «modelo industrial de producción» que consiste en que el proceso integral, y continuo de lo agrario, se segmenta en varias partes y se separan de tal manera que son rea-

lizadas por empresas diferentes, a semejanza de lo que ocurre con la gran producción industrial de máquinas mecánicas o electrónicas en la actualidad, en las que hay un paso final de ensamblaje de partes producidas en lugares bien distantes como corresponde a la globalización económica.

El caso de la producción avícola y porcina de revolución verde, es muy ilustrativo al respecto. La producción avícola anterior a la revolución verde, realizada por campesinos tradicionales, consistía en un grupo de gallinas, que de acuerdo al tamaño del grupo, convivían con uno o más gallos en un espacio alrededor de la casa campesina, lo cual hacía posible recoger algunos huevos para el autoconsumo o la venta al mercado, mantener otros para empollar cuando la gallina entraba en cluequera y así disponer de machos para el consumo de carne o para reposición de los más viejos y de hembras para reposición gradual del plantel, por muerte o por consumo para carne y aún para expansión de la explotación. La alimentación se hacía por pastoreo libre en los prados cercanos a la casa campesina, adicionada con sobras de cosecha y de cocina.

La forma de producción de la revolución verde segmentó este proceso integral en cuatro tipos diferentes y separados como empresas identificables en sí mismas.

La primera produce líneas genéticas mediante la técnica del Mejoramiento Genético como aplicación de la Genética de Poblaciones, a partir de identificar los animales «superiores» en las características productivas deseadas por su valor comercial y con un índice de heredabilidad adecuado. Los productos de estas líneas pasan a una segunda empresa donde se reproducen manteniendo las características selec-

cionadas; los productos de éstas pasan a una tercera empresa donde se cruzan de manera controlada unas líneas con otras, en la búsqueda del «vigor híbrido», para las características seleccionadas; y los productos de éstas van a las llamadas granjas comerciales donde se producen pollos de engorde para el mercado de consumo, o pollas para postura, que entran a producción por 12 a 14 meses y luego son reemplazadas en su integridad y vendidas para producción de saborizantes para sopas o distintos tipos de comida.

La producción de este tipo de animales, dadas las características propias del mejoramiento genético, esto es, la homogenización del genoma, tiene una particularidad adicional, cual es el control estricto del «medioambiente» como manera de hacer confiables los registros productivos y poder ofrecer garantías de rendimiento a los empresarios que producen carne o huevos; a quienes en consecuencia, se les dan los parámetros que hacen posible lograr esa producción. Esto ha hecho exclamar a G. Canguilhem -1976<sup>21</sup>- “este material animal es una fabricación (...) humana, el resultado de una segregación constantemente vigilante. De hecho, ciertas organizaciones científicas, crían las especies, en el sentido jordiano del término, de ratas o ratones obtenidos por una larga serie de acoplamientos entre consanguíneos. Y, por consiguiente, el estudio de tal material biológico, donde aquí como en otro lado los elementos son dados, es al pie de la letra un *artefacto*”. N. Georgescu-Roegen -1992<sup>22</sup>- en un sentido muy cercano al del filósofo

francés, pero desde la economía, habla de la necesidad de cambiar el término «granja avícola» que ya es erróneo, por el de «fábrica avícola», en tanto que, por el empleo de la incubadora, se producen «cosechas» de pollos listos para el mercado, todos los días del año.

Estos *artefactos* son producidos por unas pocas transnacionales que venden el producto con una detallada cartilla de instrucciones de manejo, donde se establecen las características del espacio físico de alojamiento y las condiciones alimenticias en cantidad y composición.

Es sobre este aspecto sobre el cual han llamado la atención C. Borgström H. y M. Wackernagel -1999<sup>23</sup>- al señalar el riesgo de mantener la idea de un medioambiente separado del ser humano en el entendido de que las relaciones sociales son sacadas del contexto local de interacción; es decir, son descontextualizadas, sólo que en el caso de la producción animal ya referido, el ambiente real, cambiante normalmente, es sustituido por uno perfectamente controlado obedeciendo a la idea de que la vida puede desarrollarse al margen del entorno, sin interacción ninguna, esto es hay un genoma con potencialidades dadas que se expresan si se dan las condiciones adecuadas a ese desenvolvimiento. Es claro para la física que el «sistema aislado» es un ideal irrealizable en la práctica pero de gran valor teórico, y por su parte la ecología ha establecido claramente, desde Darwin, que los seres vivos interaccionan entre sí y con el ambiente físico en el que están establecidos. Realmente la vida, es una red de relaciones (no una cadena) en

21 G. Canguilhem. 1976. El conocimiento de la vida. Trad. Por F. Cid. Editorial Anagrama. Barcelona. P. 29.

22 N. Georgescu-Roegen. 1992. La ley de la entropía y el proceso económico. Trad. Por L. Gutiérrez A. Argenteria-Visor. Madrid. P. 321.

23 C. Borgström H. and M. Warckernagel. 1999. Rediscovering place and accounting space: how to re-embed the human economy. *Ecological Economics* 29: 203-213.

la que uno de los nodos, de igual manera que los demás, es el ser humano que está incrustado en el conjunto. En forma muy genérica Georgescu-Roegen- 1996<sup>24</sup>- lo ha puesto en los siguientes términos: hay diferencias sustanciales entre la actividad agrícola y la actividad industrial, siendo una muy importante el de que “los procesos elementales en la producción agrícola no pueden disponerse en línea de forma ininterrumpida”, de ahí que la función de producción « $P = f(a, b, c, \dots)$ » no pueda reflejar adecuadamente un *proceso* como el agrícola.

Sin embargo, la revolución verde, desarrollada dentro del marco de la economía neoclásica, el pensamiento político neoliberal y la analítica del modelo mecánico-industrial, considera que es posible segmentar los procesos biológicos y tratar a los seres vivos explotados como *artefactos* producidos en *fábricas*. Y es en este punto donde aparece el concepto de servicios ecosistémicos que ha llevado a que “a través de la modernización, las relaciones entre las poblaciones y los ecosistemas locales, tan importantes anteriormente, han perdido su significado y las formas locales de vida están perdiendo su adaptación al contexto existente, por ejemplo, al suelo específico, al clima y a la cultura”.

(C. Borgström H. y M. Warckernagel<sup>25</sup>). Aunque puede considerarse, como acá se hace, que esta segmentación es la consecuencia directa de la analiticidad propia de la modernidad cartesiano-newtoniana, se puede recoger también, como otro elemento más, la exposición teórica de estos mismos investigadores ya citados: “la teoría económica neoclásica puede verse tanto como resultado que como contribución a este proceso de descontextualización en el que a través de los intercambios entre los habitantes de la urbe y los del campo, el proceso de descontextualización continúa su paso”. “Uno puede imaginarse fácilmente, continúan diciendo los autores, que estas teorías económicas han sido formuladas por los habitantes de las ciudades –consumidores no-productores, en nuestro lenguaje-, en completa conformidad con su experiencia diaria de un flujo permanente de mercancías agrícolas hacia la ciudad”<sup>26</sup>; pero además, como podríamos decir, estos ciudadanos, en su perspectiva económica neoclásica –es cierto- piensan que su misión es incorporar un Capital natural o servicio ecosistémico, a los flujos de la industria para alimentar el «crecimiento económico» sin importar de donde proviene y como y donde se produce ese capital natural.

24 Opus cit., p. 318.

25 Opus cit.,

26 Idem,

## Bibliografía

1. Bachelard, G. 1973. La filosofía del No. (Ensayo de una filosofía del Nuevo espíritu científico). Trad. por N. Fiorito de Labruno. Amorrortu editores. Buenos Aires.
2. BMA (British Medical Association). 1991. The new genetics (A report of the BMA on the scientific basis and social and ethical consequences of gene isolation, analysis and therapy). London.
3. Braudel, F. 1984. Civilización material, economía y capitalismo. Siglos XV a XVIII. T. III. "El tiempo del mundo". Trad. Por N. Míguez. Alianza editorial. Madrid.
4. Crecchio, C. and G. Stotzky. 1998. Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* bound to humic acids from soils. *Soils biology and biochemistry*.
5. Humboldt, A. de. 1991. Viaje a las regiones equinociales del Nuevo Continente. Trad. por J. Nuceta-Sardi y L. Alvarado. Monte Avila editores. Caracas.
6. Kauffman, S. 2003. Investigaciones. Trad. por L. E. de Juan. Tusquets editores. Barcelona.
7. Kostler, A. 1978. Proteger el medioambiente. En "Del temor a la esperanza". UNESCO.
8. Laughlin, R. B. 2007. Un universo diferente (La reinención de la física en la edad de la emergencia). Trad. por S. Jawerbaum y J. Barba. Katz editores. Buenos Aires.
9. Margalef, R. 1992. Ecología. Editorial Planeta. Barcelona.
10. Márquez, G. 1996. Ecosistemas estratégicos (y otros estudios de ecología ambiental). Fondo FEN. Bogotá. Colombia.
11. Maturana, H y F. Varela. 1997. De máquinas y seres vivos. (Autopoiesis: la organización de lo vivo). Editorial Universitaria. Santiago de Chile.
12. Prigogine, I. 1993. La termodinámica de la vida. En "¿Tan sólo una ilusión? (Una exploración del caos al orden)". Trad. por F. Martín. Tusquets editores. Barcelona.
13. Riechmann, J. 2004. Cultivos y alimentos transgénicos: una guía crítica. Ediciones Pensamiento Crítico. Bogotá.
14. Schneider, E. D. y J. J. Kay. 1999. Orden a partir del desorden: la termodinámica de la complejidad en biología. En "La biología del futuro". Trad. por R. García L. Tusquets editores. Barcelona.
15. Schrödinger, E. 1986. ¿Qué es la vida? (El aspecto físico de la célula viva). Trad. por R. Guerrero. Ediciones Orbis. Barcelona.
16. Séralini, G. E., E. Clair, R. Mesnage, S. Gress, N. Defarge, M. Malatesta, D. Hennequin, J. Spiroux de Vendômois. 2012. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chem. Toxicol.* (2012) <http://dx.doi.org/10.1016/j.foxt.2012.05.008>.
17. Sismondi, S. 1971. *Nouveaux principes d'économie politique*. Ed. J. Weiller.
18. Tyler Miller, G. 1994. Ecología y Medio Ambiente. Trad. por I. de León V. González. Grupo editorial Iberoamérica. México.
19. Tinbergen, J. (Coordinador). 1977. Reestructuración del orden internacional. (Informe del Club de Roma). Trad. por E. L. Suárez. Fondo de cultura económica. México.
20. Wagensberg, J. 1998. El progreso, ¿un concepto acabado o emergente? En "El progreso, ¿un concepto acabado o emergente?" Editado por J. Agostí y J. Wagensberg. Tusquets editores. Barcelona.