

## **El regreso de la Cornucopia. El debate sobre la primera y segunda Revolución Verde**

Wilson Picado Umaña<sup>1</sup>

### **Palabras clave:**

Revolución Verde / Semillas / Cambio tecnológico / Alimentación

### **Resumen:**

Este ensayo analiza en forma sintética el desarrollo histórico de la Revolución Verde con el objetivo de contextualizar, en el largo plazo, el actual debate sobre el cultivo de plantas transgénicas. Es una interpretación realizada a partir del estudio de fuentes bibliográficas y otros materiales de primera mano.

### **Key Words:**

Green Revolution / Seeds / Technological Change / Food

### **Abstract:**

This essay analyzes the historical development of the Green revolution in order to contextualize, in the long run, the current debate on the cultivation of transgenic plants. This interpretation is based on secondary sources.

---

<sup>1</sup> Esta investigación se inscribe en el Observatorio de Historia Agroecológica y Ambiental, de la Escuela de Historia y la Maestría en Historia Aplicada de la Universidad Nacional (Costa Rica). Asimismo, contó con el respaldo del Grupo de Investigación HISTAGRA, del Departamento de Historia Contemporánea y de América, de la Universidad de Santiago de Compostela (España), mediante el Proyecto “*Políticas agrarias en un contexto autoritario. De la autarquía a la Revolución Verde: Consecuencias en el agroecosistema, la economía y la sociedad rural (1940-1980)*”.



## Introducción

Figuras políticas como Kofi Annan y filántropos como Bill Gates en los últimos años han demandado el desarrollo de un nuevo proceso de tecnificación que permita cubrir las necesidades alimentarias en el mundo, y en África en particular. Annan, por ejemplo, presidente de la “Alianza por una revolución verde en África”, en una disertación ante la Conferencia de la FAO en 2011 reclamaba la necesidad de una revolución que permitiera servir “tal y como ocurrió en Asia”, de “trampolín para un crecimiento generalizado” en dicho continente (Annan, 2011: p. 6). No exento de contradicciones, Annan estimaba que la experiencia asiática debía asumirse en la forma de una doble vía, no solamente como un ejemplo a seguir, sino también como una experiencia para aprender de los fracasos y errores. En este sentido, advertía que la “revolución verde” debía ser “específicamente africana” y dirigida a los pequeños agricultores, a la vez que tenía que tomar en cuenta los “daños sociales y ambientales atribuidos a la revolución verde en Asia” (Annan, 2011: p. 6). Las ideas de Annan están estrechamente vinculadas con las actividades de la Fundación Bill y Melinda Gates, uno de los principales auspiciadores, junto a la Fundación Rockefeller, de la citada Alianza para una revolución verde en África (AGRA). AGRA apoya cerca de un centenar de proyectos en dicho continente, dedicados a mejorar la calidad de las semillas utilizadas por los agricultores, así como a resolver problemas de acceso al agua, manejo del suelo, mercadeo de productos agrícolas y suministro de crédito agrícola, entre otros objetivos. Tal y como lo han apuntado Holt-Gimenez, Altieri y Rosset,

estas iniciativas, mediante cierta “intención encubierta”, apoyan la aplicación de la ingeniería genética como una herramienta efectiva para transformar la agricultura, dejando discretamente la puerta abierta al uso de cultivos transgénicos (Holt-Gimenez, Altieri y Rosset: 2008).

Más allá de la legitimidad de la preocupación de Annan, los intentos de este tipo por unificar en un solo proceso la “primera” y la “segunda” Revolución Verde conllevan una ambigüedad semántica, que puede confundir al académico y al ciudadano en su toma de posición ante un debate de tanta relevancia como la seguridad y la soberanía alimentaria en un país. Por una parte, se estará de acuerdo en que no se puede entender el actual auge de la tecnología vinculada con las semillas transgénicas sin comprender los procesos de selección genética que sentaron las bases de la Revolución Verde después de la Segunda Guerra Mundial. En este punto comulgo con la idea de Raj Patel en el sentido de la existencia de una Revolución Verde en la *larga duración* (Patel, 2013); un proceso que está conectado hacia atrás con la Segunda Revolución Agrícola en Estados Unidos y Europa Occidental, ocurrida a finales del siglo XIX e inicios del XX, así como con la expansión del mercado capitalista después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, también comparto la preocupación de Patel porque la continuación de la Revolución Verde a una segunda etapa se realice a costas de invisibilizar o negar tácitamente los costos, fallos o fracasos de la primera etapa. Además, se debe advertir que la



unificación en una larga línea de tiempo conlleva el riesgo de ontologizar el proceso y de asumir que se trata de una gran tendencia de cambio que se desarrolló por sí sola, impulsada por las fuerzas del mercado, así como de la Ciencia y la Tecnología. Lo que, a su vez, le otorga un carácter automático, desligado de cualquier dinámica social, y por lo tanto, con una condición implícita de inevitabilidad. La otra cuestión es que esta prolongación hacia atrás y adelante implica una deshistorización de la revolución, de tal forma que para la explicación de su surgimiento no se tome en cuenta los factores geopolíticos que permitieron el surgimiento de las innovaciones técnicas, como tampoco los intereses que las grandes corporaciones agroindustriales mantuvieron (y mantienen) en torno a la extensión en el uso de tecnología mecánica y química, así como de variedades de cultivo genéticamente seleccionadas.

En este breve ensayo intentaremos abordar este problema haciendo una lectura contrastada entre la Revolución Verde primaria, nombrada en la década de 1960, y la actual coyuntura de expansión de los cultivos transgénicos. Antes de entrar en este debate, con el objetivo de precisar conceptualmente este artículo repasaremos el uso abierto que se ha hecho del término Revolución Verde para referirse a procesos de cambio técnico en distintos momentos entre finales del siglo XIX y el siglo XX. En segundo lugar, realizaremos un balance de las semejanzas existentes entre los discursos legitimadores de ambos procesos con el objetivo de dejar en claro el interés de diferentes grupos de la sociedad por conectarlos históricamente. En tercer lugar, ofreceremos un balance de los alcances y de los problemas que se derivaron de la Revolución Verde, con la

idea de advertir que, detrás del interés por conectarla con el auge de las plantas transgénicas, existe la intención por mitificar e idealizar un proceso que se caracterizó por sus notables efectos desiguales desde el punto de vista social y por sus impactos ecológicos en general.

### Tres Revoluciones Verdes

El primer desafío al que se enfrenta el lector cuando decide adentrarse en este debate es el hecho de encontrarse con la aparente existencia de dos revoluciones verdes, y más aún, de tres revoluciones verdes, ocurridas en distintas épocas. La Revolución Verde *originaria* es aquella reconocida como tal durante los años finales de la década de 1960, en medio de Guerra Fría y de la modernización de las agriculturas del Tercer Mundo y del sudeste de Asia en particular. Otros autores han identificado una *primera* Revolución Verde, anterior a esta original, asociada con las transformaciones técnicas experimentadas por la agricultura europea y estadounidense entre las décadas finales del siglo XIX y la Primera Guerra Mundial. Finalmente, existe una *tercera* Revolución Verde, vinculada con la expansión de las plantas transgénicas a partir de la década de 1980. El proceso *originario* tiene una historia ampliamente documentada en sus rasgos generales aunque poco precisa en cuanto a la explicación de su denominación. La primera mención pública de Revolución Verde fue realizada por William Gaud en 1968, en ese momento director de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), de los Estados Unidos. La presentación del término se hizo en marzo de ese año en Washington D.C, ante la Sociedad para el Desarrollo Internacional, en el contenido de una comunicación que tenía por título *The Green Revolution:*



*Accomplishments and Apprehensions* (Spitz, 1987: p. 56). El discurso de Gaud era una entusiasta defensa de los supuestos éxitos en el cultivo de semillas de alto rendimiento de trigo en Asia. El autor indicaba que se estaba “al borde” de una revolución agrícola, una “Revolución Verde” cuyos alcances se podían constatar en países como Pakistán, India, Turquía y Filipinas.

Al tiempo que el carácter revolucionario del proceso se respaldó en el uso sesgado de estadísticas agrarias, el color verde del proceso se reafirmó a partir de la lectura geopolítica de lo que estaba ocurriendo en el sudeste de dicho continente. Esta coloración no estaba asociada, ni mucho menos, con el verde de las bondades ecológicas de la tecnología, entonces ya criticada con dureza por el movimiento ecologista, mediante textos emblemáticos como *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson (Carson, 2010). Se trataba de un color que evidenciaba el origen agrario del proceso, que buscaba además distanciarlo ideológicamente de los procesos de cambio social y agrario relacionados con el comunismo y las potenciales “revoluciones rojas” (Perkins, 1997). El carácter “no violento” subrayado por Gaud indicaba que se trataba de un cambio “apolítico” y técnico, que buscaba mejorar las condiciones de los campos sin recurrir a modificaciones radicales en la estructura de tenencia de la tierra o en las relaciones sociales de producción. No obstante lo anterior, el notorio contenido geopolítico de la denominación de Gaud no deja de ser sospechoso. Por una parte, el hallazgo de Gaud en torno a las semillas genéticamente modificadas era tardío, si se piensa que se trataba de un material genético producto de investigaciones que se desarrollaban desde la Segunda Guerra Mundial.

Investigaciones que, vistas en la larga duración, eran solo una fase más del proceso de expansión de la Ciencia agronómica en los Estados Unidos y fuera de éste, desde finales del siglo XIX. Por otra parte, la mención del “peligro comunista” ocultaba, de cierta manera, una motivación fundamental en la comunicación de Gaud: la de realizar un llamado entre los donantes y el gobierno estadounidense para que los fondos de ayuda internacional no menguaran, en una época en la cual aumentaba la crítica hacia estos programas y su efectividad (Gaud, 1969). Resaltar la Revolución Verde que sucedía en los campos asiáticos gracias a las “nuevas semillas” era entonces una manera de demostrar la necesidad de mantener la inversión de los fondos en regiones estratégicas como el sudeste asiático.

A pesar del evidente contenido geopolítico que rodeó el surgimiento de la Revolución Verde, diferentes autores han intentado extender dicho proceso hacia atrás, llevando su línea histórica hasta finales del siglo XIX, o mejor dicho, encontrando en ese período procesos semejantes en cuanto a su impacto en la estructura agraria. La *primera* Revolución Verde es un concepto al que han hecho referencia, en sentidos distintos, autores como Edward Melillo y J.L. van Zanden. El primero ha utilizado este concepto para referirse a lo que denomina como la “primera gran alteración humana” del ciclo global del nitrógeno, durante un período en el cual, entre 1840 y 1930, países como Perú y Chile exportaron millones de toneladas de guano, con el objetivo de ser aplicadas como fertilizantes en las agriculturas de Europa y Norteamérica; un proceso que coincidió, además, con el fin de la era de la esclavitud y las consecuentes transformaciones en los mercados de



mano de obra (Melillo, 2012). La mención de van Zanden refiere al proceso de transformación que experimentaron las agriculturas de Europa del Oeste a partir de 1870 y hasta 1914. Para este autor dichas transformaciones permitieron un sustancial incremento de la productividad agrícola (del trabajo, en especial) en Europa mediante la extensión en el uso de fertilizantes de origen químico, así como de piensos a partir de maíz y semillas oleaginosas, que mejoraron la alimentación animal (van Zanden, 1991). Ambas innovaciones, ahorradoras de tierra, lograron esquivar el “cuello de botella” técnico de la agricultura europea, la escasez de tierras para cultivo.

Las propuestas de Melillo y de van Zanden ayudan a comprender a la Revolución Verde bajo una lógica de larga duración, como lo propone Patel, al permitir contextualizarla en una onda larga de cambio. Por tanto, contribuyen a descargar al proceso de cualquier rasgo de excepcionalidad o accidentalidad. Sin embargo, siendo estrictos con el uso de los conceptos tanto como de los contextos, estas primeras revoluciones verdes carecen de dos elementos que particularizaron históricamente a la revolución de los años sesenta. En primer lugar, es indiscutible el peso que la geopolítica de la Guerra Fría tuvo en la conformación de ésta última, algo sobre lo cual no vale la pena extenderse más. En segundo lugar, no parece claro que las primeras revoluciones ocurrieran en el marco de un proceso intensivo de cambio varietal, articulado, además, a través de programas nacionales e internacionales de investigación en semillas genéticamente seleccionadas, como sucedió distintivamente en el proceso de 1960 y 1970. Al igual que el geopolítico, este último aspecto nos parece de capital importancia como para reivindicar que la

etiqueta revolucionaria admite extensiones semánticas pero solamente bajo circunstancias históricas comparables y atendiendo intereses analíticos definidos. Es necesario agregar que, en lo que se refiere a estos autores, la prolongación hacia atrás no se efectuó con el interés de conectar dichos procesos con la actual expansión de los cultivos transgénicos. En realidad, la utilización del concepto se explica porque sus preocupaciones son globales, en los términos de Melillo y su objetivo de repensar el comercio del guano como un primer gran impacto humano sobre el ciclo global del nitrógeno, antes del ciclo generado por la expansión de los fertilizantes químicos después de la Segunda Guerra Mundial. O bien son estructurales en el caso de van Zanden, debido a su afán por vincular la intensificación productiva en la agricultura europea de finales del siglo XIX con el uso intensivo de la tierra y el aumento de la productividad de la mano de obra, gracias a la fertilización química; un siglo antes de la forma como ocurrió en las agriculturas del Tercer Mundo a partir de 1960.

La tercera Revolución Verde sería lo que algunos autores llaman la “Revolución Genética o Biotecnológica”, relacionada con el auge de las plantas transgénicas. Las plantas transgénicas son aquellas plantas a las que se le han incorporado genes modificados de forma previa en el laboratorio, mediante técnicas modernas de Ingeniería Genética. El objetivo es potenciar determinadas características en la planta, relacionadas con el rendimiento, calidades o la resistencia a herbicidas, entre otras. Los primeros cultivos transgénicos aparecieron en las décadas de 1980 y 1990, como las variedades de tabaco resistentes al herbicida bromoxynil, la



soya y el algodón Roundup Ready, entre otros. La conexión entre este proceso y la Revolución Verde de 1960 se ha expresado en diferentes maneras y flancos de análisis. Existen aproximaciones con un enfoque analítico antes que justificativo, como los estudios de A. Bhardwaj (Bhardwaj, 2010). Este autor compara ambas coyunturas con el objetivo de explicar la expansión de plantaciones con cultivos transgénicos en la agricultura de India. Bhardwaj analiza la primera Revolución Verde desde el punto de vista de las características de su desarrollo y de los efectos que tuvo sobre la concentración de la riqueza y la desigualdad social, para luego intentar comprender los factores por los cuales cultivos como el algodón *Bt* se han extendido en los últimos años en diferentes regiones del subcontinente. La conclusión es que ambos procesos han ocurrido en coyunturas y en dinámicas distintas: mientras que la Revolución Verde de los sesentas y setentas fue impulsada mediante la acción directa del Estado, asumiendo los costos de investigación y extensión agrícola, así como creando sistemas de financiamiento y subsidio a los agricultores, el avance de los cultivos transgénicos ha estado sustentado en la acción privada de las grandes corporaciones y de los propios agricultores, que han decidido asumir los riesgos de su cultivo. Ante este panorama, Bhardwaj se pregunta la razón por la cual estos agricultores han tomado partido a favor de esta nueva tecnología, aún sin contar con el apoyo del Estado de la forma como se hizo varias décadas atrás. Su respuesta es que persiste cierta esperanza en la capacidad de la tecnología para incrementar los rendimientos por hectárea de la forma como ocurrió durante los primeros años de la Revolución Verde. De este modo, muchos de estos agricultores contemplan

a la “revolución genética” como una panacea, tal y como sucedió con las variedades de alto rendimiento a partir de los años sesenta del siglo XX (Bhardwaj, 2010: p. 201-202).

Otros autores están interesados en legitimar la aplicación de la nueva tecnología mediante el análisis retrospectivo de las motivaciones y supuestos logros de la Revolución Verde. Se trata de comparaciones que tienen un objetivo justificante, antes que analítico, por decirlo de algún modo. Entre la cantidad y variedad de estas posiciones, sobresalen una serie de tópicos o generalizaciones que son utilizados como puntos de unión para entretejer la argumentación. El primer tópico es la mención de la relación existente entre el problema demográfico y la adopción de la tecnología agrícola moderna. Es común entre este tipo de autores que se resalte el crecimiento demográfico como el principal factor que obliga a mejorar los sistemas de cultivo en el planeta. Bajo un enfoque neomalthusiano, se sugiere que este crecimiento está ocurriendo en la actualidad en medio de una disponibilidad aparentemente cada vez menor de tierras cultivables, lo que demanda tecnología adecuada para optimizar el uso del suelo. “La disparidad entre el factor constante de la superficie adecuada para el cultivo”, se advierte, “y el crecimiento de la población implica un reto claro y bastante serio: debemos producir cada vez más alimentos sobre una superficie que en el mejor de los casos se mantiene constante” (Blanco, 2008: p. 11). Según esta línea de pensamiento, las lecciones de la primera Revolución Verde sobre este aspecto son más que notorias, especialmente en cuanto al impacto positivo del incremento de los rendimientos por hectárea. En países como México, se afirma, con la aplicación del mejoramiento genético, así



como de fertilizantes y plaguicidas “la producción agrícola tuvo un incremento de 300 %” (Blanco 2008: p. 14). Otras posiciones incluso recurren a la apología para recordar las bondades de la primera revolución. “El Doctor Norman Borlaug”, se afirma, “consiguió el Premio Nobel de la Paz de 1970, y en poco más de 20 años se logró que la India pasara a ser autosuficiente, para luego convertirse en gran exportadora de cereales” (Tamanes 2003: p. 25). Otro tópico subyacente es el papel de la Ciencia como promotora neutra del cambio tecnológico y la incompreensión general sobre los alcances y logros de las nuevas tecnologías. Sobre este punto se advierte que, a pesar de los “claros beneficios” que la primera Revolución Verde ha traído para cumplir con las necesidades de alimentación mundial, “hay quienes aún se oponen a ella sin ofrecer mejores alternativas” (Blanco, 2008: p. 15). Por tanto, se reclama que “algo similar está pasando con los cultivos transgénicos: la falta de información fidedigna aumenta el temor de la población y da pie al rechazo injustificado” (Blanco, 2008: p. 15). Finalmente, en medio de la reivindicación de la Revolución Verde como primera línea de defensa de los cultivos transgénicos, destaca un argumento que revela en sí mismo la complejidad del problema de estimar el impacto real de este tipo de tecnologías, cuando son entendidas esencialmente como panaceas. Este es el hecho de considerar implícita y, en algunos casos explícitamente, que la tecnología de la Revolución Verde (asociada al uso de variedades de elevado rendimiento por hectárea y alto consumo de fertilizantes químicos) alcanzó su umbral ecológico. Por tanto, que nuestros actuales sistemas productivos no pueden ya sostenerse bajo este modelo tecnológico debido a que el incremento en la aplicación de este tipo de insumos

ha degradado los suelos y ha generado impactos sobre la salud humana, así como propiciado la contaminación de aguas, entre otros. Ante esta situación, se argumenta que los cultivos transgénicos representan una oportunidad para reducir el impacto ecológico mediante el cultivo de plantas que, por sus características, demandan una menor cantidad de plaguicidas (Conway, 1997). Así entendido, se trata de la visión de una nueva Revolución Verde, “tecnológicamente mejorada”.

### **Revolución Verde y Revolución Genética**

La experimentación con semillas de alto rendimiento, en el contexto de la Revolución Verde, arrancó en México en el año de 1943, mediante un programa agrícola financiado por el gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller (Hewitt de Alcántara, 1978; Fitzgerald, 1994). Bajo la batuta de Norman Borlaug, en dicho programa se generaron una serie de variedades de plantas de trigo que en la década de 1960 llegaron a India y permitieron el crecimiento de la producción triguera en dicho país, especialmente en la región del Punjab. Debido a sus características biológicas, estas plantas requirieron de elevadas dosis de fertilizantes químicos e incentivaron la formación de sistemas de cultivo en escalas óptimas para la mecanización de las labores de cultivo, cosecha y procesamiento. Estos dos últimos cambios, la quimización y la mecanización, transformaron la dinámica energética de la agricultura moderna, al generar una dependencia directa entre la tecnificación y la importación de energía a las plantaciones mediante el consumo de derivados de combustibles fósiles. Como complemento a estas dinámicas, no



puede dejarse a un lado el hecho de que, en gran medida, los requerimientos técnicos que demandó la extensión de la Revolución Verde en las agriculturas del entonces Tercer Mundo fueron oportunamente aportados por los Estados mediante la creación de entramados nacionales de investigación y extensión agrícola, así como mediante la participación del capital privado transnacional en la producción de insumos químicos y de maquinaria agrícola (Hayami y Ruttan, 1989). Sin embargo, como se afirmó en la introducción, el problema de pensar a la Revolución Verde como un proceso continuo, desdoblado en una primera etapa entre 1960 y 1970, y una segunda etapa a partir de la década de 1990, es que se corre el riesgo (o puede llevar la intención de) de pretender que la primera etapa fue, en efecto, exitosa. Por lo anterior, conviene evaluar cuatro aspectos para determinar los umbrales a través de los cuales se desarrolló la primera de las etapas, a saber: a. los procesos de selección genética y su relación con el tema de la biodiversidad, b. el uso de fertilizantes químicos y la mecanización, c. el tema de las escalas de desigualdad, y d. el problema de la producción de alimentos y las distorsiones del mercado.

### **Selección genética y biodiversidad**

Los cultivos representativos de la Revolución Verde fueron el trigo y el arroz. El trigo fue el cultivo sobre el cual se focalizaron los experimentos en el programa de la Fundación Rockefeller en México y a partir del cual se liberaron los denominados “trigos enanos mexicanos”, los que llegaron a India a partir de 1962 (Hewitt de Alcántara, (1978: p. 37-46). El arroz, por su parte, representó el cultivo que permitió extender la revolución a las

agriculturas tropicales del planeta, especialmente mediante la variedad IR-8, declarada como el “milagro del arroz” en Asia (Chandler, 1984). A pesar de que la Revolución Verde fue nombrada en 1968 a partir del aparente éxito de estas variedades en lograr incrementar la producción por hectárea, lo cierto es que su extensión entre las agriculturas del Tercer Mundo fue más lenta de lo esperado y de lo que se pueda asegurar cuarenta años después. Asimismo, la propia tendencia al incremento de los rendimientos, si bien fue notable en los primeros años, con el paso del tiempo se estancó y se mostró fluctuante. Según datos de la FAO, entre 1970 y 1971 las variedades de alto rendimiento en trigo acaparaban entre un 5 y un 10 por ciento del total de tierras cultivadas en países como Afganistán, Bangladesh, Turquía o Irak. En India, cuatro años después de la presentación pública de la revolución, estas variedades controlaban cerca de una tercera parte de los campos cultivados. Solamente en Pakistán y Nepal era evidente su expansión, al cultivarse entre el 25 y el 48 por ciento de las tierras (FAO, 1972, p. 9). Seis años después, entre 1976 y 1977, aunque las variedades habían aumentado su presencia especialmente en Asia, la distribución global era marcadamente desigual. Mientras que en Asia el trigo genéticamente seleccionado abarcaba cerca de un 70 por ciento de las tierras cultivadas con el grano, en África y Medio Oriente esta cobertura era de un 22 y un 17 por ciento, respectivamente. En América Latina, estos trigos controlaban cerca de un 40 por ciento de los sembradíos, mientras que las nuevas variedades de arroz estaban presentes en un 13 por ciento del total de tierras cultivadas con el grano (Dalrymple, 1978: p. 123). Respecto a los rendimientos, en el trigo y el arroz cultivados en India





diferentes estudios comprobaron que el empuje inicial en los rendimientos se diluyó con el paso de los años, debido no sólo a la afectación de plagas y enfermedades sobre las nuevas variedades, sino también al hecho de que paulatinamente se fueron incorporando tierras de menor calidad que las inicialmente tomadas por los agricultores tecnificados (Wade, 1974: p. 1094-1095).

La selección genética implementada conllevó dos transformaciones determinantes en las agriculturas del Tercer Mundo. Por una parte, significó el inicio de un proceso de homogenización genética en las plantaciones de trigo y arroz. En arroz, gran parte de las variedades que se desarrollaron entre 1970 y 1980 en países de Asia y América Latina estaban emparentadas con IR-8 o con materiales genéticos familiares. Estudios realizados por el IRRI a finales de los setentas, citados por Dalrymple (1978), demostraron que el IR 8 (junto a Taichung Native 1) fue una de las variedades más utilizadas en cruces y pruebas en general en diferentes estaciones experimentales en India entre finales de la década de 1960 y 1975 (Dalrymple, 1978: p. 132; Hargrove, 1979). En Costa Rica, en la década de 1970 fue cada vez más notorio el dominio de plantas genéticamente asociadas con la mencionada variedad. El mejor ejemplo de esta tendencia en nuestra agricultura lo representó la obtención de la variedad CR 1113, liberada en 1973 dentro del Programa Nacional de Investigaciones en Arroz, del Ministerio de Agricultura y Ganadería. CR 1113 surgió a partir de una línea seleccionada en el IRRI en 1969, de una cruce entre IR8/2 y Pankhari 203. Su resistencia a enfermedades como Piricularia y su adaptabilidad al cultivo en seco y a la irregularidad de las lluvias

le permitió abarcar en poco tiempo más del 90 por ciento de las tierras arroceras del país durante la segunda mitad de la década de 1970, desplazando a las variedades entonces conocidas como tradicionales (muchas de éstas, de origen estadounidense) y a plantas traídas desde Surinam. La segunda cuestión importante es que, al lado de esta selección agronómica, se desarrolló una selección de tipo jurídica, articulada en torno al papel del Instituto Nacional de Seguros (INS) como agente asegurador de cosechas. El INS jugó un rol complementario en la selección varietal al plantear el cultivo de estas semillas “menos riesgosas” (CR 1113) como una condición para que el productor obtuviera un seguro de cosecha.

La ampliación de la selección varietal al ámbito jurídico abrió la puerta para la conversión de la semilla de un bien de uso abierto y desregulado, a un bien de uso cerrado y regulado técnica y jurídicamente. Autores como Kloppenburg han denominado a este proceso como la “commoditización” de la semilla, es decir, la subordinación del uso de la simiente a una lógica de mercado. El cultivo de semillas certificadas, respaldado mediante regulaciones agronómicas y jurídicas, provocó que se rompiera el “carácter dual” de la semilla como producto y alimento, a la vez que como simiente necesaria para la próxima cosecha. El control de las empresas productoras de semillas se extendió hasta abarcar no solamente estas dimensiones, sino también una tercera adicional: el control del capital genético a través de la apropiación comercial del potencial de la semilla para crear nuevas variedades (Massieu, 2008: p. 84-85). Paralelo a estos procesos, surgió un debate a nivel internacional en torno a la gestión del citado capital genético: ¿la riqueza



genética de las agriculturas del mundo debía resguardarse mediante una conservación *in situ*, en los lugares mismos donde habían surgido las variedades, o bien debía realizarse dicha conservación *ex situ*, en grandes bancos de germoplasma, controlados por los países ricos? A pesar de la batalla jurídica y de la legislación creada en las últimas décadas bajo el amparo de conferencias y organismos internacionales, prevaleció finalmente la segunda opción (Pistorius, 1997).

### Fertilizantes químicos y mecanización

Las variedades de alto rendimiento en trigo y arroz se desarrollaron dentro de un paquete tecnológico en el que la aplicación de fertilizantes químicos y la mecanización constituyeron elementos esenciales. En efecto, una de las características de estas plantas era su capacidad para aprovechar al máximo la fertilización química, a diferencia de las variedades de porte alto. Diferentes estudios agronómicos realizados en Costa Rica comprobaron que variedades de porte alto en arroz como Bluebonnet 50, importadas desde el sur de Estados Unidos, respondían adecuadamente a dosis de fertilización que no superaran los 30 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Las variedades de porte alto traídas desde Surinam, populares en el país durante la década de 1960, respondían a dosis mayores, de entre 60 y 70 kilogramos, mientras que las plantas de porte bajo relacionadas con IR-8, asimilaban satisfactoriamente hasta 175 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Murillo, 1982: p. 73). El efecto positivo de los fertilizantes sobre el potencial productivo de estas plantas permitió afirmar que era una vía adecuada para fortalecer la producción agrícola en

pequeña y mediana escala, intensificando el uso de la tierra y aprovechando la oferta abundante de fertilizantes. Hayami y Ruttan, por ejemplo, observaron que los cambios introducidos en las nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento estaban “sesgados hacia el ahorro del factor cada vez más escaso –la tierra– y el uso del factor cada vez más abundante en la economía –el fertilizante–” (Hayami y Ruttan, 1989: p. 330). A pesar de estas esperanzas, así como del aparente efecto positivo que tuvo la fertilización química en agriculturas familiares de productos tropicales como el café, en términos globales la producción y el consumo mundial de fertilizantes químicos durante la década de 1970 se mantuvo concentrado en el Primer Mundo. Lo que quiere decir que durante la Revolución Verde no hubo una transformación en las relaciones de dependencia energética que mantenían las agriculturas del Tercer Mundo respecto al suministro de fertilizantes desde los países desarrollados. Al contrario, en los primeros años los vínculos se afianzaron. En la campaña 1977-1978 “por primera vez en la historia”, según datos de FAO (FAO, 1979: p. 5), se alcanzó una producción de 100 millones de toneladas de fertilizantes, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio. De ese total, los países ricos produjeron cerca del 50 por ciento y las economías planificadas aproximadamente un 40 por ciento, mientras que el mundo en desarrollo solamente aportó un 10 por ciento. En términos de consumo por habitante y por hectárea (tierra arable y cultivos permanentes) la desigualdad era más evidente. Mientras que en América del Norte el consumo por habitante era de unos 85 kilogramos por habitante, en África era de poco más de 3 kilogramos; en tanto que en Europa Occidental el consumo por hectárea era de 203



kilogramos, en África era de 6 kilogramos. En el ámbito de la mecanización las desigualdades globales eran aún mayores. En 1977, aproximadamente el 88 por ciento de los tractores del mundo estaban concentrados en los países industrializados, incluyendo a las economías capitalistas, URSS y Europa Oriental. Solamente América del Norte y Europa Occidental acaparaban cerca de un 60 por ciento del total de unidades. Por su parte, el mundo en desarrollo apenas controlaba el 12 por ciento del total: América Latina contaba con el 4,6 por ciento de unidades, Cercano y Lejano Oriente con 4,7 y África con 1 por ciento (FAO, 1980: p. 6-7).

### Escalas de desigualdad

En 1972 apareció en la revista *International Affairs* el artículo *Jobs, Poverty and the Green Revolution*, escrito por Uma Lele y John W. Mellor, dos reconocidos economistas de la época (Lele, 1972). En este estudio, Lele y Mellor plantearon el problema de las dificultades para balancear un crecimiento económico con las posibilidades de generación de empleo. Este era un asunto complejo, al decir de los autores, particularmente en lo que se refería a la Revolución Verde: ¿era ésta un proceso que propiciaba la creación de empleo o, al contrario, debido a la creciente mecanización, aumentaba el desempleo? La preocupación de Lele y Mellor concentró la atención de economistas y científicos sociales durante la década de 1970. El análisis del empleo llevó a polemizar acerca de las consecuencias de la tecnología desde el punto de vista de la distribución de la riqueza entre los campesinos, cuestionando si ésta ampliaba las brechas

sociales o era más bien una herramienta de ascenso socioeconómico. La discusión también abarcó la pregunta acerca de si la tecnología tenía una “escala neutral”, es decir, si los grandes productores eran los mayores beneficiados, o bien, el abanico estaba abierto también para los pequeños y medianos. Pasadas las décadas, el balance no resulta favorable para la Revolución Verde. Si tomamos como ejemplo la tecnificación de la producción de arroz en Costa Rica, lo que encontraremos es un proceso tendiente hacia la concentración de la tierra y de los medios de producción entre los medianos y grandes productores. En 1963, por ejemplo, las fincas arroceras con una extensión inferior a las 20 hectáreas, aunque representaban el 66 por ciento del total de fincas, abarcaban el 34 por ciento de la extensión cosechada y un 30 por ciento de la producción. Una década después su participación en general se había reducido. De acuerdo con la información del Censo Agropecuario de 1973, estas fincas no solamente redujeron su presencia relativa en el número de fincas (para ese año, eran el 44 por ciento del total), sino también, en el control de las áreas cultivadas y de la producción. Mientras que en el área cultivada abarcaban el 15 por ciento, en cuanto a la producción aportaban cerca de un 10 por ciento del total. Una evolución distinta mostraron las grandes explotaciones, de más de 175 hectáreas de extensión. En 1963, estas explotaciones eran el 4 por ciento del total, pero abarcando el 30 por ciento del área cultivada y cerca de un 34 por ciento de la producción. En 1973, las fincas con más de 200 hectáreas representaban un 3,6 por ciento del total, con el control del 44 por ciento de las tierras cultivadas y casi el 60 por ciento de la producción total (Solís; Pizsk, 1981: p. 64-65).



Otra escala de desigualdad se desarrolló en torno a lo que podría denominarse como las capacidades nacionales de investigación. Como lo ha estimado Ruttan, entre las décadas de 1960 y 1980 hubo un aumento en los gastos nacionales en investigación y extensión agrícola en la mayor parte de los países del mundo, como respuesta al hecho de que la introducción de nuevos componentes tecnológicos implicó la creación de organismos estatales que facilitarían su divulgación y adopción entre los productores (Ruttan, 1987). El peso de esta tendencia, sin embargo, puede llevar a generalizar e idealizar su impacto real. El primer error es suponer que el crecimiento fue un proceso uniforme y neutro entre los países, impulsado, en sentido estricto, por la respuesta de las capacidades nacionales de innovación a las demandas de los mercados (Ruttan y Hayami, 1989: p. 112-134). El segundo es sostener que este aumento implicó una transformación cualitativa de estas capacidades nacionales. Sobre lo primero, es importante señalar que el incremento de los recursos para la investigación agrícola fue un proceso desigual y particularmente concentrado en Estados Unidos y los países más ricos de Europa. Tomando como base los datos de Ruttan (1987), entre 1960 y 1980 los desembolsos de 35 países africanos en investigación agrícola representaron menos de la mitad de los recursos manejados por Estados Unidos, así como por trece países de la zona europea indicada. Una desigualdad semejante a la existente con respecto a los 23 países de América Latina y el Caribe (Ruttan, 1987: p. 57-72). Esta información sugiere que la modernización vía Revolución Verde de las agriculturas del Tercer Mundo no conllevó una transformación simultánea en el esquema de las capacidades nacionales de

inversión para la generación de conocimiento agronómico. Las tendencias indican que, conforme el paquete tecnológico de la Revolución Verde se extendió por las agriculturas pobres, aumentaron las diferencias en los montos del gasto destinado a la investigación con respecto a los países ricos. Esta desigualdad también nos obliga a pensar en el segundo de los problemas: la dinámica cualitativa de este proceso. Aún reconociendo la existencia de dicho incremento en la inversión, ¿este aumento supuso el fortalecimiento de la investigación nacional o, más bien, conllevó a la consolidación de una investigación agrícola esencialmente adaptativa a los modelos tecnológicos importados? Otra forma de contemplar este tema de la desigualdad es mediante el análisis del predominio internacional del conocimiento agronómico estadounidense; en este caso en particular, en la distribución de reseñas científicas sobre temas agrícolas publicadas en catálogos como “Plant Breeding Abstracts”, “Dairy Science Abstracts” y “Biological Abstracts”. Entre 1948 y 1962, entre un 31 y un 38 por ciento de las reseñas publicadas correspondieron con autores que trabajaban en Norteamérica (sin importar su nacionalidad), una proporción que superaba con creces los datos para Europa del Norte, y que era abismalmente superior a los porcentajes de las zonas de los países pobres (Evenson, 1976: p. 29).

### **Producción de alimentos y distorsiones de mercado**

En 1969, Clifton R. Wharton, ex funcionario de la Fundación Rockefeller en Asia, presentó una de las primeras críticas a la Revolución Verde, en un artículo publicado en *Foreign Affairs*, con



el título de *The Green Revolution: Cornucopia or Pandora's Box?* (Wharton, 1969). En este artículo, Wharton fue uno de los primeros en advertir sobre los problemas secundarios que podían derivarse de la expansión del cultivo de variedades de alto rendimiento en Asia. El autor reclamaba que la revolución no era un “cuerno de la abundancia” sino más bien se trataba de un proceso que, aunque contaba con el potencial para incrementar la producción de alimentos, podía transformarse en una “caja de Pandora”, con resultados inesperados y negativos. Además señaló el peligro de que la nueva tecnología agudizara las diferencias sociales y económicas entre los agricultores, resaltando en particular la dependencia que mostraban las nuevas variedades en cuanto al acceso al agua, lo que implicaba que la expansión de los sembradíos se concentraría en regiones con suficientes recursos hídricos o con el capital requerido para construir obras de irrigación. También llamó la atención acerca de la dificultad para distribuir los insumos modernos entre los mercados locales, así como la incertidumbre que suponía la extensión de esta tecnología entre campesinos que, en su mayor parte, producían para el autoconsumo. Adicionalmente destacó la necesidad de “reformas institucionales” en la estructura de la tenencia de la tierra y la aparente mayor vulnerabilidad ecológica que mostraban los sembradíos con las nuevas variedades.

Pasados los años, ¿se convirtió la Revolución Verde en una cornucopia o bien en una caja de Pandora? La evaluación de su impacto durante la primera década de vigencia depara resultados contradictorios. El primer ejemplo lo constituye la evolución de las reservas mundiales de alimentos entre

principios de la década de 1960 y 1974. Mientras que en 1961 la reserva mundial de alimentos (medida en términos de existencias remanentes de granos para alimentación humana y forrajes) era de unos 154 millones de toneladas métricas, en 1973 se había reducido a poco más de 100 millones de toneladas (Brown, 1976: p. 87). Otro ejemplo refiere al tipo de empleo de cereales en las agriculturas del mundo entre 1961 y 1977. A lo largo de este período, mientras que los gobiernos de los países pobres realizaban ingentes esfuerzos por incrementar la producción de alimentos, en los países ricos era cada vez mayor la cantidad de cereales que se destinaban a la alimentación animal en lugar de la humana. Entre 1961 y 1965, en los países en desarrollo cerca del 88 por ciento de la cosecha de cereales se destinaba a la alimentación humana, a la vez que en los países ricos este porcentaje era de 37 por ciento. Entre 1975 y 1977, este porcentaje era prácticamente el mismo para los países en desarrollo aunque había bajado a un 26 por ciento en las agriculturas ricas. Un dato contundente es que entre 1975 y 1977 el total de los cereales dirigidos a la alimentación animal en los países ricos (unas 413 millones toneladas métricas de cereal) representaban aproximadamente un 77 por ciento del total de la producción de alimentos que se reservaba para consumo humano en los países pobres (FAO, 1980: p. 6). En otro orden, a lo largo de los años en cuestión, el paquete tecnológico evidenció su extrema sensibilidad ante el impacto de crisis en los mercados, especialmente en el sector de fertilizantes químicos. La crisis del petróleo de la década de 1970 fue el mejor ejemplo de ello, sobre todo en cuanto al efecto alcista que tuvo en el precio de los fertilizantes. Para tener una idea, en el mercado europeo, si bien entre 1967 y 1971 hubo un descenso en el



precio de la urea, pasando de 79 dólares por tonelada a 46 dólares, entre 1972 y 1974 este precio pasó de 59 a casi 300 dólares (Brown, 1976: p. 164). Es de suponer que el efecto negativo de esta alza haya sido dramático en las agriculturas de los países pobres. Lo anterior, unido a las recurrentes fluctuaciones en las cosechas en la década de 1970, debido a la afectación de sequías y otras alteraciones climáticas (como las sequías sufridas en Unión Soviética, África y Asia en 1972) son factores que explican, en gran medida, la mencionada reducción en las reservas mundiales de alimentos. Solamente para cerrar este punto, así como para reafirmar el conjunto de distorsiones que caracterizaron el auge inicial de la Revolución Verde, conviene recordar que el gran actor en la cadena global de granos durante esos años lo era Estados Unidos, país que, junto a Canadá, en 1973 aportaba al mercado cerca de 90 millones de toneladas métricas de granos como exportaciones netas (Brown, 1976: p. 89). La participación de Estados Unidos en este mercado era todavía mayor si se toma en cuenta que contribuía con una cuota sustancial de la ayuda alimentaria que se enviaba al Tercer Mundo, a través de los programas vinculados con la Ley Pública 480.

## Conclusiones

La historia de la Revolución Verde permite recuperar una serie de tópicos que están apareciendo en la mesa de discusión sobre las semillas transgénicas. En particular permite valorar el tema de la aparente inevitabilidad de la tecnología (léase, revolución biotecnológica), así como de retomar el debate sobre el carácter técnico y apolítico de la tecnología agrícola. Aquellos científicos

defensores de la Revolución Verde, como Norman Borlaug, a menudo asumieron la posición de reivindicarla como un “proceso inevitable”, producto del avance de la ciencia agronómica y de la urgencia por enfrentar las hambrunas en los países pobres. A pesar de la legitimidad de las campañas contra el hambre y del trabajo del propio Borlaug, este tipo de posiciones a menudo obviaban, de un modo llamativamente simplificado, el contexto geopolítico en cual surgió la propia Revolución Verde. En ocasiones siquiera se advertía que no era fortuita la denominación de “revolución verde”, ni tampoco que fuera en el sudeste asiático donde se focalizara el desarrollo inicial del proceso. No se tomaba en cuenta que, para los intereses de los políticos norteamericanos, el avance en la selección genética y la consolidación del “paquete tecnológico” se convirtieron en herramientas para contener el avance del comunismo en la región, evitando la aparición de una posible “revolución roja” y transformando los sistemas agrarios de un modo pausado y parcial, sin tener que recurrir a la implementación de reformas agrarias radicales. Por otra parte, también fue común que se reclamara que el debate quedara en términos “técnicos” y no fuera por tanto objeto de “ideologización”. Una demanda que no tenía sustento alguno no sólo porque era innegable el componente geoestratégico e ideológico detrás de la revolución, como se ha dicho antes, sino además porque al tratarse de un proceso que pretendía mejorar la alimentación en las regiones pobres, inevitablemente estaba cargado de “política” y de “ideología”. ¿Acaso ocurre algo parecido respecto a la discusión sobre los cultivos transgénicos?

Este ensayo ha intentado cuestionar el interés por tomar a la Revolución Verde



como un ejemplo a seguir, cuando se trata de defender las bondades de los cultivos transgénicos. Como se ha indicado, el desarrollo de dicha revolución implicó una tendencia a la homogenización genética de las plantaciones de cereales en todo el mundo, contribuyendo con ello a propiciar una mayor vulnerabilidad desde el punto de vista ecológico y de la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades. Asimismo, el proceso de selección genética, una vez privatizado, puso en el tapete el problema del control social de la biodiversidad y del capital genético. El uso de variedades certificadas cerró la puerta al ciclo tradicional de manejo de la semilla y sobre todo, supuso la pérdida de poder del agricultor para seleccionar y disponer de su propia simiente. Por otra parte, el cultivo de estas variedades significó una mayor dependencia de la agricultura respecto a la importación de energía de origen fósil, generando, por una parte, una mayor vulnerabilidad del sector ante las crisis en los mercados energéticos, así como también consolidando la dependencia de los países pobres en relación con el suministro de fertilizantes desde los países ricos. La Revolución Verde fue, además, todo menos revolucionaria desde el punto de vista social, como se puede comprobar para el caso de la producción de arroz en Costa Rica, pero también desde el punto de vista de la investigación científica. A pesar del auge de las estructuras nacionales de investigación a partir de 1960, las desigualdades en la producción del conocimiento agronómico entre 1960 y 1980 se mantuvieron entre países ricos y los países en desarrollo.

Es indudable el esfuerzo y la calidad de la investigación y de la extensión agrícola que se ha desarrollado en nuestros países desde la década de 1950.

Pero ello no exime de la necesidad de evaluar críticamente los alcances de la Revolución Verde en nuestras agriculturas. De la misma manera, el extraordinario avance de la Biotecnología no es un pasaporte con visa abierta y múltiple para justificar el uso y la expansión de los cultivos transgénicos, esquivando la discusión y la disensión. No se trata, como no se trató durante la Revolución Verde, solamente de un “asunto técnico” y “apolítico”. Todo lo contrario, se trató y se trata de discutir sobre un proceso acerca de “plantas” y “seres humanos”, y nada más social que la relación ecológica entre nosotros y el entorno natural que nos rodea. Con más razón, nada más social y político que la decisión de un colectivo por procurar una alimentación y un sistema agroalimentario adecuado y sustentable en todos los sentidos.



## Referencias

Annan, K. (2011). *Lograr la seguridad alimentaria y nutricional a escala mundial: el desafío de nuestro tiempo*. Disertación en honor a Frank L. McDougall, 37<sup>o</sup> Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

Bhardwaj, A. (2010). From the Green Revolution to the Gene Revolution in India. 1965-2008, 186-208. En: McNeill, J., Padua, J.A y Rangarajan, M. (eds.), *Environmental History As If Nature Existed*. New Delhi: Oxford University Press.

Blanco, C.A. (2008). *Cultivos transgénicos para la agricultura latinoamericana*. México: Fondo de Cultura Económica.

Brown, L. (1976). *Sólo de pan*. México: Editorial Diana.

Carson, R. (2010). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Editorial Crítica.

Chandler, R. (1984). *Arroz en los trópicos: guía para el desarrollo de programas nacionales*. San José: IICA.

Chandler, R. (1992). *An Adventure in Applied Science: A History of the International Rice Research Institute*. Filipinas: IRRI.

Conway, G.R. (1997). *The Doubly Green Revolution: Food for All in the 21st Century*. Londres: Penguin Books Ltd.

Dalrymple, D.G. (1978). *Development and Spread of High-Yielding Varieties of Wheat and Rice in the Less Developed Nations*. Washington, D.C.: Foreign

Agricultural Economic Report No. 95-U.S. Department of Agriculture.

Dalrymple, D.G. (1985). The Development and Adoption of High-Yielding Varieties of Wheat and Rice in Developing Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 5, Proceedings Issue, 1067-1073.

Evenson, R.; Kislev, Y. (1976). *Investigación agrícola y productividad*. Madrid: Tecnos.

FAO (1972). Los tintes verdes de la revolución. *CERES*, Vol 5, No 1, p. 9.

FAO (1979). 100 millones de t de fertilizantes pero el Tercer Mundo los usa poco. *CERES*, Vol 12, No 4, p. 5.

FAO (1980). Menos trigo en la mesa y más en el establo. *CERES*, Vol 13, No 5, p. 6.

FAO (1980). Las paradojas que vienen del tractor. *CERES*, Vol 13, No 1, p. 6-7.

Fitzgerald, D. (1994). Exporting American Agriculture. The Rockefeller Foundation in Mexico. 1943-1953, 73-74. En Cueto, M. (ed.), *Missionaries of Science. The Rockefeller Foundation and Latin American*. Bloomington: Indiana University Press.

Gaud, W. (1969). The Current Effect of the American Aid Program, *The Annals of the American Academy*, 384, 73-84.

Hayami, Y; Ruttan, V. (1989). *Desarrollo Agrícola: Una perspectiva internacional*. México: Fondo de Cultura Económica.

Hewitt de Alcántara, C. (1978). *La modernización de la agricultura*





*mexicana. 1940-1970.* México DF: Siglo Veintiuno Editores.

Holt-Gimenez, E., Altieri, M.A., Rosset, P. (2008). Diez razones por qué una nueva Revolución Verde promovida por la Alianza de Rockefeller y la Fundación de Bill y Melinda Gates no resolverá los problemas de Pobreza y Hambre en África Sub-Sahara. *Mientras tanto*, No. 106, 67-82.

Massieu, Y.; Chauvet, M. (2008). La agricultura transgénica y los recursos fitogenéticos en México, 75-112. En: Blanco, C. (ed.), *Cultivos transgénicos para la agricultura latinoamericana.* México: Fondo de Cultura Económica.

Melillo, E.D. (2012). The First Green Revolution: Debt Peonage and the Making of the Nitrogen Fertilizer Trade, 1840-1930. *The American Historical Review*, 117 (4), 1028-1060.

Murillo, J.; González, R. (1982). *Manual de producción para arroz seco en Costa Rica.* San José, Costa Rica: CAFESA.

Lele, U. (1972). Jobs, Poverty and the Green Revolution. *International Affairs*, Vol. 48, No. 1, 20-32.

Patel, R. (2013). The Long Green Revolution. *The Journal of Peasant Studies*, Volume 40, Issue 1, 1-63.

Perkins, J. H. (1997). *Geopolitics of the Green revolution. Wheat, Genes and the Cold War.* New York: Oxford University Press.

Pistorius, R. (1997). *Scientists, Plants and Politics - A History of the Plant Genetic Resources Movement.* Roma:

International Plant Genetic Resources Institute.

Ruttan, V. W. (1987). *Agricultural research policy and development.* FAO: Roma, Italia.

Shiva, V. (1991). *The Violence of the Green revolution. Third World Agriculture, Ecology and Politics.* Londres: Zed Books Ltd..

Solís, M.; Píszk, I. (1981). *La producción de arroz en Costa Rica: Instituciones Estatales y Fuerzas Sociales 1950-1980 (Primer avance).* San José, Costa Rica: Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad de Costa Rica.

Spitz, P. (1987). The Green revolution re-examined in India, 57-74. En: Glaeser, B. (ed.), *The Green revolution revisited.* Londres: Allen & Unwin.

Tamanes, R. (2003). *Los transgénicos. Conózcalos a fondo.* Barcelona: Editorial Ariel.

van Zanden, J.L. (1991). The First Green Revolution: The Growth of Production and Productivity in European Agriculture, 1870-1914. *The Economic History Review*, New Series, Vol. 44, No. 2, 215-239.

Wade, N. (1974). Green Revolution (I): A Just Technology, Often Unjust in Use. *Science*, Vol 186, No 4169, 1093-1096.

Wharton, C. R. (1969). *Subsistence Agriculture and Economic Development.* Chicago: Aldine Publishing Company.

Wharton, C.R. (1969). The Green Revolution: Cornucopia or Pandora's



Box. *Foreign Affairs*, Vol 47, No 3, 464-476.

