

**Crecimiento del Ingreso per Cápita y  
Naturaleza de las Nuevas Tecnologías:  
Implicaciones para la Investigación  
Agropecuaria**

**Héctor Medina Castro**  
Especialista en Ciencia y Tecnología

San José, Costa Rica  
Enero 2001

110  
A50  
267

BV11681



## **Crecimiento del ingreso per cápita y naturaleza de las nuevas tecnologías: implicaciones para la investigación agropecuaria**

Héctor Medina Castro  
Especialista en Ciencia y Tecnología  
Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura  
Enero 2001

### **Papel del capital intelectual en el crecimiento de la producción agropecuaria.**

Hace más de 200 años, en 1798, Thomas Malthus predijo que mientras la producción de alimentos crecía como una serie aritmética, la población lo hacía como una geométrica y puesto que la segunda crece más rápido que la primera, llegaría el momento que la producción de alimentos no sería lo suficiente para alimentar a la población.

Hoy sabemos que la predicción de Malthus era incorrecta. Por ejemplo, durante los últimos 40 años la producción de alimentos per cápita, a nivel mundial, ha crecido 25%, mientras que la tierra en uso para la agricultura se ha incrementado 10% y la población mundial ha crecido 90% (*The Economist*, marzo 25-31, 2000). Dadas las características del sistema económico y social mundial, no todos los habitantes del planeta se benefician de este crecimiento de la producción de alimentos.

¿En qué estaba equivocado Malthus? La respuesta es sencilla ahora, tal vez no era visible en su época: *el cambio tecnológico*. De hecho el principal aporte al crecimiento económico no está en incrementar, tan solo, los insumos físicos de la producción, como tal vez lo concibió Malthus, sino en aplicar el conocimiento que genera valor, lo que se conoce como el *capital intelectual*, que ha llevado a la agricultura en el Siglo XX a alcanzar niveles sin precedente en el rendimiento de cultivos y de la productividad total de los factores.

En la agricultura particularmente, después de la II Guerra Mundial, este capital intelectual generó la llamada “Revolución Verde” que consistió en nuevas tecnologías biológicas, químicas, de maquinaria y formas de organización. Desde entonces, el incremento en productividad ha generado una reducción de los precios de los productos agropecuarios (en términos reales) o por lo menos de su tasa de crecimiento.

## **Algunas implicaciones del crecimiento del ingreso per cápita**

En la última parte del Siglo XX el ingreso per cápita, en términos reales, se ha incrementado constantemente en los países de altos y bajos ingresos (Antle, 1999). En particular esta tendencia se ha presentado en América Latina, con excepción de Bolivia, Nicaragua y Perú, durante los últimos 15 años (BID. *Progreso Económico y Social en América Latina*. Informes: 1995, 1998-1999). Este crecimiento del ingreso per cápita ha implicado una reducción del sector agroalimentario con respecto a los demás sectores de la economía. Esto se debe, en gran parte, al hecho de que los alimentos constituyen un bien normal<sup>1</sup>. Es decir, conforme el ingreso per cápita aumenta la proporción del mismo que se destina al consumo de alimentos decrece y por consiguiente la proporción destinada a consumir otros bienes aumenta.

Así, este aumento relativo en la demanda de otros bienes promueve el crecimiento de otros sectores de la economía como los de bienes duraderos y los servicios. De hecho la participación del sector agroalimentario está decreciendo en los países más avanzados y también en América Latina y el Caribe (como sugiere la figura 1) y es probable que esta tendencia continúe por un tiempo durante el Siglo XXI.

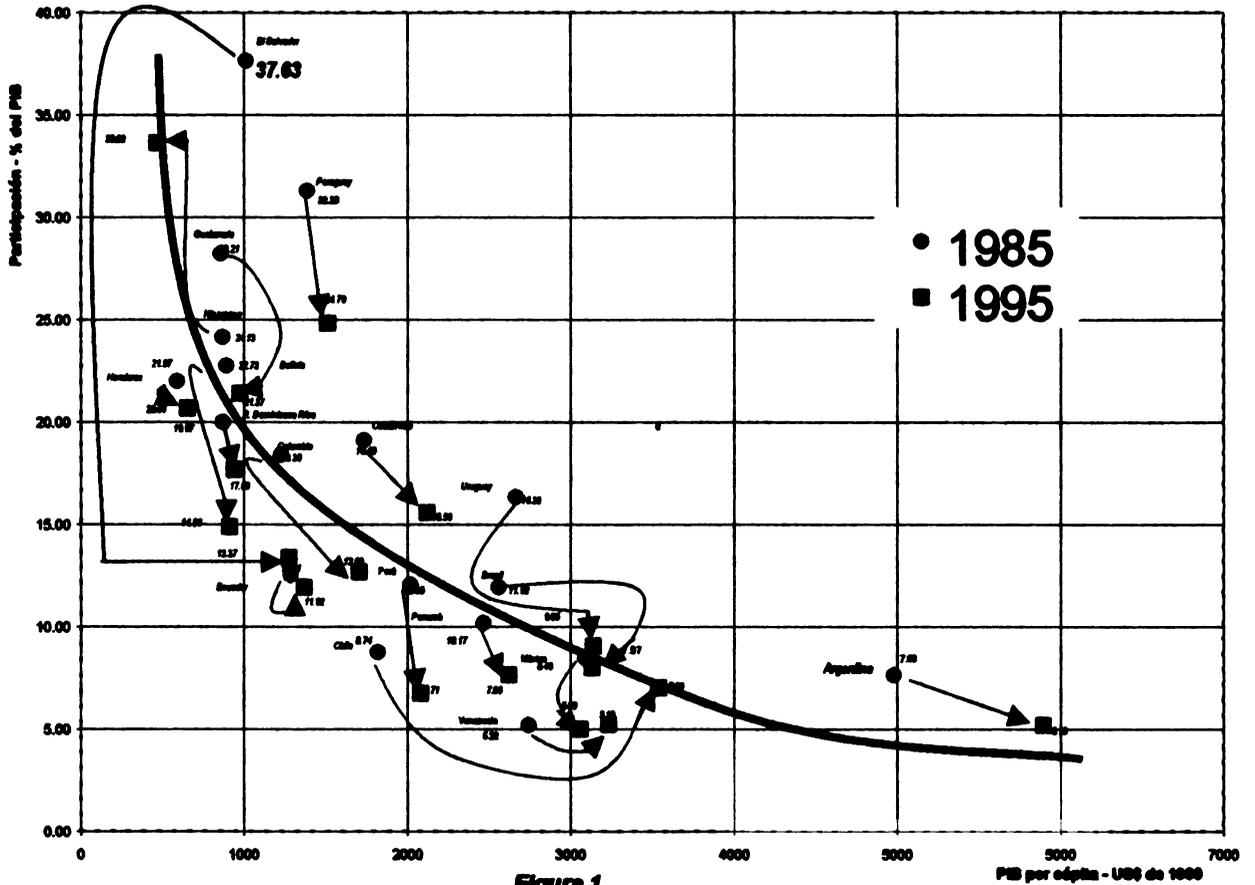
Otras implicaciones importantes del crecimiento del PIB per cápita son: (a) el incremento del costo de oportunidad del tiempo de los consumidores, lo cual hace más atractivos los alimentos procesados o los que se consumen fuera de casa; y (b) el incremento de la demanda de la calidad de los productos agropecuarios y la de productos diferenciados.

Consecuentemente, es probable que en los países de más altos ingresos y América Latina y el Caribe se genere mayor demanda de la calidad de los productos agropecuarios y también de los productos procesados - que se producen en los diversos componentes de la cadena agroalimentaria alejados de la puerta de la finca y más próximos, en la cadena productiva, al consumidor final - en relación con productos tradicionales y no procesados (Antle, 1999).

---

<sup>1</sup> Tienen elasticidad con respecto al ingreso menor a uno

**Ingreso per cápita y participación del sector agroalimentario en la economía**



Fuente: BID, Informes 1985, 1990-1995, Censal, Anuario Estadístico 1995

## **Características del conocimiento y naturaleza de las nuevas tecnologías**

El conocimiento en muchas de sus formas tiene características de bien público<sup>2</sup> (BP). En la práctica no existen bienes públicos puros. Sin embargo estas características de BPs las presentan algunas de las tecnologías biológicas generadas durante la revolución verde - que acompañó el ciclo económico impulsado por la “oleada” de tecnologías de los petroquímicos, electrónica y aviación durante los 50s a los 70s. Un enunciado estándar que se utiliza para justificar la provisión de BPs por parte del Estado es argüir que el sector privado no tiene incentivos para producirlos, ya que una vez que se hacen disponibles a un consumidor, también se hacen disponibles a los demás a un precio cero, pues no se les puede excluir.

De esta manera la provisión de bienes públicos, por el sector privado, es inferior al óptimo social. Este fue un argumento que se dio en Latinoamérica y otras partes del mundo para justificar la intervención del Estado en la investigación y desarrollo (IyD) agropecuaria durante los años 60 y los 70 cuando se formaron en la mayoría de los países de la región los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria (INIAs), que tienen un carácter público.

Sin embargo, en la década de los años 90 surge fundamentalmente en los países de más altos ingresos, un nuevo patrón de crecimiento económico basado en la economía de servicios e información, impulsada por una nueva “oleada” de tecnologías con base en los semiconductores, la fibra óptica, la genética, el desarrollo de “software” y las comunicaciones. En este contexto, la biotecnología está tomando un nuevo auge, en particular al combinar el conocimiento genético con el de las industrias química y farmacéutica y el de la producción de semillas para producir organismos genéticamente modificados, llamados también transgénicos.

En varios casos, es factible capturar el valor del capital intelectual que se genera en la nueva biotecnología a lo largo de la cadena productiva, sea mediante crear un monopolio parcial, con instrumentos legales de propiedad intelectual (patentes, contratos, licencias), o mediante el control de la oferta (integración vertical o emprendimientos conjuntos) (Jolly and Lence, 2000) o porque es costoso descifrar el proceso productivo y replicar los productos generados. En estos casos las empresas tienen incentivos para invertir en IyD y recuperar el alto nivel de inversión de la nueva biotecnología, a pesar de sus riesgos inherentes.

En la nueva fase de crecimiento económico, muchas de las tecnologías generadas por IyD más bien resultan “bienes de club” o “semi-públicos” (Cap, 1998) en el sentido que al

---

<sup>2</sup> Un Bien es Público si tiene dos características: (1) al consumirse por un agente no se reduce su valor para otro y (2) no puede excluirse a nadie de su consumo. Ejemplo la luz que proporciona un faro.

consumirse por un agente no se reduce su valor para otro, pero pueden excluirse agentes de su consumo (mediante los mecanismos descritos arriba). Aun las tecnologías que generan los INIAs no resultan siempre bienes públicos sino “de club” ya que en algunos casos los costos de adaptación y adopción excluyen a parte de los productores de su utilización.

### **Cambios en la composición de la inversión en investigación agropecuaria.**

Es un hecho que el nivel de la inversión pública en IyD agropecuario esta perdiendo dinamismo a nivel mundial y en América Latina y el Caribe se esta reduciendo en términos reales (Alston, Pardey y Roseboom, 1997), aunque existen signos de recuperación reciente en los Estados Unidos de América, las fuentes de financiamiento están cambiando. Por otra parte la participación de la inversión privada en investigación agropecuaria ha estado en aumento desde la década de los 90s en los Estados Unidos, en esa misma época el régimen de propiedad intelectual para organismos vivos se ha fortalecido en ese país.

### **Observaciones finales**

Por las razones expuestas - incremento del PIB per cápita en los países de altos ingresos y América Latina, aunado al incremento en la demanda de productos procesados y de calidad; así como el cambio en la naturaleza de las tecnologías biológicas y el fortalecimiento de la propiedad intelectual - es probable que la participación del sector privado en la inversión de IyD agropecuario siga en aumento. Un ejemplo reciente del potencial de estas tecnologías en América Latina es el de Argentina que en 1999 contaba con el 16.8% del área cultivada en el mundo con cultivos transgénicos, desarrollados por empresas privadas.

Por otra parte, no es previsible que la inversión pública en IyD en América Latina y el Caribe aumente en términos reales en el corto plazo, más bien pueden incrementarse emprendimientos conjuntos entre sector privado, público y universidades para satisfacer la demanda de nichos específicos de mercado, con productos diferenciados de calidad.

Aún así, mientras el mercado puede encargarse de producir bienes privados y algunos “de club”, posiblemente, en el futuro cercano, la inversión del sector público en IyD tendrá que hacer más énfasis en producir tecnologías con características de bienes públicos y amigables al ambiente para los pequeños productores y para satisfacer las necesidades alimentarias de los sectores más pobres de la población.

---

## **Bibliografía**

Alston J. M., P.G. Pardey and Roseboom, J. *Financing Agricultural Research International Investments and Patterns and Policy Perspectives*. 1997.

Antle, J. M. The New Economics of Agriculture. *Amer. J. Agr. Econ.* 81 (No. 5, 1999)

Cap. E. *Tecnologías Agropecuarias con Características de Bienes Semi-Públicos*.

Documento de Trabajo. No. 2. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, Junio 1997. Washington, D.C.

Jolly, R.W. and S. Lence. Value-Added Land Values. *Choices*. First Quarter 2000.

## **Bibliography**

- Alston J.M., P.G. Pardey and Roseboom, J. *Financing Agricultural Research International Investments and Patterns and Policy Perspectives*. 1997
- Anle, J.M. The New Economics of Agriculture. *Amer. J. Agr. Econ.* 81 (No. 5, 1999)
- Cap, E. *Tecnologias Agropecuarias con Características de Bienes Semi-Publicos*. Working Document No. 2. Regional Fund for Agricultural Technology. June 1997. Washington, D.C.
- Jolly, R.W. and Lence, S. Value-Added Land Values. *Choices*. First Quarter 2000.

In the new phase of economic growth, many of the technologies generated by R&D are really "club goods" or "semi-public goods" (Cap, 1998): consumption by one agent does not reduce the value for another but agents can be prevented from consuming it (through the aforementioned mechanisms). Even NARI-developed technologies are not always public goods but rather club goods because the cost of adapting and adopting some of them prevents some producers from using them.

#### **Changes in the composition of investments in agricultural research**

It is a fact that the rate of growth in public investment in agricultural R&D is falling worldwide. In Latin America and the Caribbean public investment in R&D is falling around terms (Alston, Pardey and Roseboom, 1997). Although this situation has been turning around recently in the United States of America, funding sources are changing. Since the 1990s, the share of private investment in agricultural research in the United States has been growing, and the intellectual property regime for living organisms has been strengthened in that country.

#### **Final observations**

For the reasons given above (increased per capita GDP in high and low-income countries; a likely increase in demand for quality and processed products; changes in the nature of biological technologies; strengthening of intellectual property rights), it is likely that private sector investment in agricultural R&D will continue to climb. A recent example of the potential of such technologies in Latin America is that in 1999, Argentina had 16.8% of the world's area planted to transgenic crops, developed by private firms.

It is unlikely, however, that LAC public investment in R&D will increase in real terms in the short term; an increase in joint ventures among the private, public and university sectors to meet the demand of specific market niches for quality, differentiated product is more likely.

Nonetheless, so long as the market can make sure that private and some club goods are produced, public sector investment in R&D should place greater emphasis on producing technologies that can be characterized as public - and environmentally friendly - goods for small-scale producers and for satisfying the food needs of the poorest sectors of the population.

## **The characteristics of knowledge and the nature of the new technologies**

In many of its forms, knowledge can be characterized as a public good<sup>2</sup>. In practice, there are no pure public goods. Nonetheless, some of the biological technologies developed during the Green Revolution - which accompanied the economic cycle spurred by the "wave" of petrochemical, electronics and aviation technologies of the 1950s-1970s - can be characterized as public goods. A stated reason used to justify State provision of public goods is that there are no incentives for the private sector to produce them because, once available to one consumer, they are also available to others at no cost, because they cannot be excluded.

Therefore, the provision of public goods by the private sector is less than the social optimum, and was the argument given in Latin America and other parts of the world to justify State intervention in agricultural research and development (R&D) during the 1960s and 1970s, when public national agricultural research institutes (NARIs) were established in most of the countries of the Region.

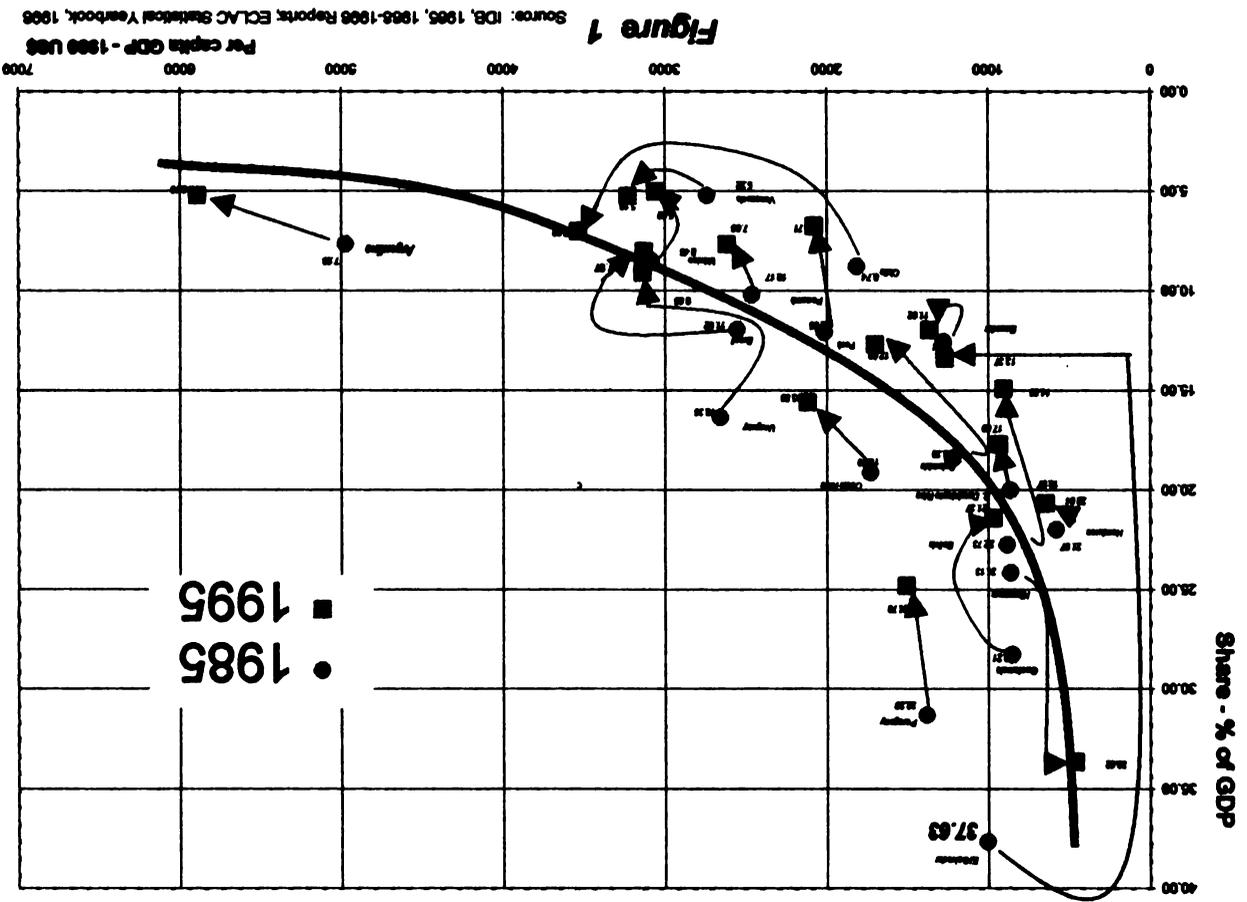
In the 1990s, however, a new pattern of economic growth emerged primarily in the higher-income countries, based on the services and information and spurred by the new "wave" of semiconductor, fiber optic, software and communications technologies. In this setting, the field of biotechnology is expanding rapidly, especially because it combines knowledge of genetics with the knowledge of the chemical, pharmaceutical and seeds industries to produce genetically modified, or transgenic, organisms (GMOs).

In some cases, the value of the intellectual capital generated by the new biotechnology throughout the production chain can be captured, either by creating a partial monopoly with the legal instruments available for protecting intellectual property (patents, contracts, licenses), by controlling supply (vertical integration or joint ventures) (Jolly and Lence, 2000), or simply by default, because it is costly to decipher the production process in order to replicate the given products. In these cases, businesses have incentives for investing in R&D and recovering large investments in biotechnology, despite inherent risks.

---

<sup>2</sup> A public good can be defined by the following two characteristics: 1) use of it by one agent does not diminish its value to another agent, and 2) no one can be excluded from consuming it. An example would be the light given off by a street lamp.

Per capita income and share of agri-food sector in the economy



## Some implications of per capita income growth

By the end of the 20th Century, per capita income, in real terms, had increased steadily in the high- and low-income countries (Antle, 1999). This trend was particularly evident during the past 15 years in the countries of Latin America, with the exception of Bolivia, Nicaragua and Peru (IDB, *Economic and Social Progress in Latin America*. Reports: 1995, 1998-1999). Growth in per capita income leads to a reduction of the share of the agri-food sector in the economy because, in large part, foods are normal goods<sup>1</sup>. In other words, as per capita income grows, the proportion earmarked for food consumption contracts, leaving a greater share of income for the consumption of other goods.

The relative demand for other goods stimulates growth in other sectors of the economy, such as durable goods and services. In fact, the share of the agri-food sector in the economy is declining in the more advanced countries as well as in Latin America and the Caribbean (as suggested in figure 1), and it is likely that this trend will continue for some time into the 21st Century.

Other important implications of per capita GDP growth include: a) increases in the opportunity cost of consumers' time, which boosts the appeal of processed foods or food consumed outside the home; and b) a demand for greater quality in agricultural products and differentiated products.

Consequently, it is likely that there will be greater demand in higher-income countries and Latin America and the Caribbean (LAC) for quality agricultural products and processed products produced at different points in the agri-food chain, distant from the farm gate and closer in the production chain to the final consumer - as compared to traditional and unprocessed products (Antle, 1999).

---

<sup>1</sup> Their elasticity with respect to income is less than one

## Per Capita Income Growth and the Nature of the New Technologies: Implications for Agricultural Research

Hector Medina Castro  
Specialist, Science and Technology  
Inter-American Institute for Cooperation  
on Agriculture  
Enero 2001

### The role of intellectual capital in the growth of agricultural production

Over 200 years ago, in 1798, Thomas Malthus predicted that while food production grew mathematically, population grew geometrically and because the second grew faster than the first, the time would come when food production would not be enough to feed the population.

Today we know that Malthus' prediction was incorrect. For example, during the last 40 years, per capita food production worldwide grew 25%, land used for agricultural purposes increased by 10% and world population soared by 90% (*The Economist*, March 25-31, 2000). Because of the nature of the current world economic and social system, not all the world's inhabitants benefit from this growth in food production.

Where was Malthus wrong? The answer, *technological change*, is easy for us to see now although perhaps it wasn't in his time. In fact, the main contribution to economic growth does not come from an increase in the physical inputs of production, as Malthus perhaps viewed it, but rather from the application of knowledge to generate value. This so-called *intellectual capital* is what enabled agriculture in the 20th Century to bring crop yields and total factor productivity in agriculture to unprecedented levels.

After World War II, this intellectual capital brought about the "Green Revolution," which involved new biological, chemical, machine and organizational types of technologies. Since then, productivity gains have reduced the prices of agricultural products (in real terms) or at least their growth rate.

00002461



**Per Capita Income Growth and the Nature of  
New Technologies:  
Implications for Agricultural Research**

**Héctor Medina Castro**  
Specialist, Science and Technology

San José, Costa Rica  
January 2001