

REVISTA MEXICANA DE AGRONEGOCIOS

**CAMBIO DE PARADIGMA, PRODUCCIÓN DE ENERGÍA  
O DE ALIMENTOS:  
EL CASO DE PUERTO RICO**Wilfredo Colón Guasp<sup>1</sup>**Change in paradigm, energy or food production:  
The case of Puerto Rico****ABSTRACT**

The amount of energy and food consumed in Puerto Rico is more indicative of a developed nation than one that is underdeveloped. All the energy consumed in Puerto Rico is from fossil fuels, while the agricultural sector marginally provides the needs of the consumer. In addition, the animal production sectors rely exclusively on imported feedstock for the preparation of feeds. There is a potential to develop an ethanol industry based initially on sugarcane, as the main feedstock and then turn to biomass from energy cane and or organic solid waste in the future. In order to move to the second generation of ethanol production, the cellulosic ethanol industry has to become economically viable. A limiting factor in the use of sugarcane is that only 40,000 ha are currently available to grow this crop. Potentially, Puerto Rico can produce 200 million liters of ethanol on this area which could substitute 5% of the gasoline that was consumed in 2007. On the other hand, biomass could be obtained from bagasse, energy cane, and from 1.3 metric tons of organic solid waste (food and yard waste) produced annually on the island. This strategy can provide a relief to decreasing the amounts of organic solid waste that end up in the landfills.

**Key Words:** Energy production, food production, change of paradigm.

**RESUMEN**

El nivel de consumo de la energía y los alimentos en Puerto Rico se asemeja más al de un país desarrollado que a uno en vías de desarrollo. La energía que consume Puerto Rico depende exclusivamente de la importación de combustible fósil, mientras que el sector agrícola aporta marginalmente a la canasta básica del consumidor. Además, el sector pecuario depende en su totalidad de la importación del grano para la confección de los alimentos. Existe un potencial para desarrollar una industria de producción de etanol basándose inicialmente en la utilización de la caña de azúcar como materia prima y luego en la inclusión de la biomasa y los desperdicios sólidos orgánicos. Esta segunda fase depende en la medida en que se comercializara la tecnología de producción de etanol, basándose en la celulosa. Un factor limitante en la utilización de la caña de azúcar es la poca disponibilidad de terrenos agrícolas para estos fines, los cuales no sobrepasan los 40,000 ha. Potencialmente, Puerto Rico puede producir 200 millones de litros de etanol o aproximadamente el 5% de la gasolina consumida en el 2007. En términos de la utilización de la biomasa, esta fuente podría provenir de la producción de bagazo, de variedades de caña energética y de alrededor de 1.3 millones de toneladas métricas de desperdicios sólidos orgánicos (desechos de la comida y del jardín) que se generan anualmente en la isla. Esta estrategia puede presentar una ventaja competitiva para reducir los desperdicios sólidos orgánicos que terminan en los vertederos.

**Palabras Claves:** Producción de energía, producción de alimentos, cambio de paradigma.

<sup>1</sup> Profesor y Decano de la Escuela de Ciencias y Tecnología de la Universidad del Este, P.O. Box 2010, Carolina, Puerto Rico 00984, Tel. 787-257-7373, Extensión 3938. [ue\\_wcolon@suagm.edu](mailto:ue_wcolon@suagm.edu)

## INTRODUCCIÓN

Puerto Rico mide 8,870 km<sup>2</sup> y tiene aproximadamente 4 millones de habitantes, lo cual resulta en una densidad poblacional de 445 persona por km<sup>2</sup>, siendo unos de los lugares más densamente poblados del hemisferio americano.

Puerto Rico tiene un total de 892,736 ha de área de extensión de tierras, divididas en 78% montañosa y 22% clasificadas como planicies costeras y valles (Lugo et al., 2004). De estas, durante el 2002, un 31% o sea 276,275 ha estuvieron bajo producción agrícola (USDA, 2002). Sin embargo, el área bajo producción agrícola experimentó una reducción de 20%, entre el 1998 y el 2002 (USDA, 2002).

Según las cifras de la Junta de Planificación (2006), el producto nacional bruto de Puerto Rico alcanzó \$56,688.4 millones de dólares, mientras que el producto interno bruto (PIB) totalizó \$86,464 millones.

El PIB de Puerto Rico se basa en tres grandes renglones, estos son: el industrial, los servicios y el sector gubernamental. La Tabla 1 muestra la distribución del PIB por sectores (Junta de Planificación, 2006).

Tabla 1. Producto interno bruto por sector industrial principal en millones de dólares (Fuente Junta de Planificación, 2006).

	2004	2005	2006
Total	79,209.4	82,649.9	86,464.0
Agricultura	414.1	359.8	333.0
Manufactura	33,267.5	34,362.6	36,555.8
Construcción por contrato y minería	1,905.1	1,873.8	1,820.9
Transportación y otros servicios públicos	5,342.6	5,352.7	5,507.9
Comercio	9,801.9	10,259.6	10,716.5
Finanzas, seguros y bienes raíces	13,028.7	14,016.3	14,733.1
Servicios	7,645.6	8,023.3	8,163.8
Gobierno Central y Municipios	7,388.5	8,150.5	8,424.2
Discrepancias estadísticas	415.4	251.4	208.9

La actividad económica de Puerto Rico es muy dinámica y depende en gran medida de la exportación registrada en el renglón industrial. El sector que más aporta a la exportación de Puerto Rico resulta ser la industria farmacéutica con \$35,970.3. Esto equivale al 60% de las exportaciones totales del renglón de manufactura (Tabla 2).

Por otro lado, el turismo es un renglón importante y alrededor de 5 millones de turistas visitaron la isla en el 2006, gastando aproximadamente 3,369.3 millones de dólares.

Tabla 2. Exportaciones e importaciones de mercancías registradas por sistema de clasificación industrial de América del Norte para el 2006, en millones de dólares (Fuente Junta de Planificación, 2006).

Descripción	Exportaciones	Importaciones
Total	60,118.7	42,630.2
Agricultura, silvicultura, pesca y caza	40.7	492.4
Manufactura	59,542.1	39,808.4
Alimentos	3,956.2	2,380.4
Productos de bebidas y de tabaco	376.8	450.4

Los gastos de consumo personal se utilizan para cubrir las necesidades individuales y familiares. Los residentes de Puerto Rico gastaron un 13% y 14% de su ingreso para cubrir sus necesidades de transportación y de alimentos, respectivamente. Sin embargo, el sector agrícola solamente aportó con \$805.6 millones de dólares al ingreso bruto agrícola (Tabla 4), creando un margen de insuficiencia que es cubierto por las importaciones (Tabla 2).

Tabla 3. Gastos de consumo personal por tipo principal de productos en millones de dólares (Junta de Planificación, 2006).

Descripción	2006	Por ciento
Total	49,579.4	100
Alimentos	6,960.5	14.0
Bebidas alcohólicas y productos de tabaco	1,802.5	3.6
Ropa y accesorios	3,082.6	6.2
Cuidado personal	919.2	1.8
Vivienda	7,499.7	15.0
Funcionamiento del hogar	5,929.2	12.0
Servicios médicos y funerarios	7,935.3	16.0
Servicios comerciales	3,111.6	6.2
Transportación	6,404.5	13.0
Recreación	4,801.7	9.0
Educación	1,687.3	3.4

El sector pecuario es el que más aportó al ingreso bruto agrícola (Tabla 4). Sin embargo, este depende en gran medida de la importación de granos para cubrir sus necesidades dado que Puerto Rico no produce granos básicos para alimentar los animales de granja. Como consecuencia, la industria avícola ha sido azotada por el aumento del valor de los granos básicos para la confección de sus alimentos. Por ejemplo, la tonelada métrica de maíz en 2006 estuvo en \$121.9 dólares, mientras que en lo que va del 2008 ha aumentado en un 40%, hasta alcanzar los \$214.7 dólares (World Bank, 2008).

En general todo el sector pecuario ha sido impactado por el aumento en los granos básicos y la producción local no ha podido proveer el consumo total de alimentos de los residentes de la isla (Tabla 5).

Tabla 4. Ingreso Bruto Agrícola en millones de dólares (Departamento de Agricultura, Oficina de Estadísticas Agrícolas, 2006).

Descripción	2006	Por ciento
Total	805.6	100
Café	41.6	5.2
Productos pecuarios	383.5	48.0
Cambios de inventario de animales	22.9	2.8
Legumbres	1.5	0.2
Frutas	48.6	6.0
Vegetales farináceos	96.6	12.0
Otros vegetales	41.7	5.0
Plantas ornamentales	47.0	5.8
Otros productos	122.4	15.0

En general, Puerto Rico produce muy poco de los alimentos que conforman la canasta básica de sus residentes (arroz, habichuelas y carnes). En muchos casos, las importaciones cubren el 90% del consumo local (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de la producción local de ciertos productos agropecuarios (Oficina de Estadísticas Agrícolas, Departamento de Agricultura, 2006).

	Producción local (Quintal)	Importación (Quintal)	Consumo per capita (libras)	Porcentaje producción local
Leche y derivados	7,463,360	3,684,885	280.82	67.94
Café	203,500	196,594	9.97	52.19
Carnes	1,646,362	8,428,108	256.48	16.41
Frutas	2,176,708	19,313,749	456.11	12.20
Sopas/especies	48,987	1,002,780	21.55	5.81
Pescado y mariscos	56,790	1,249,901	33.11	4.38
Grasas/aceites	0	2,285,049	53.41	0.00
Cereales	0	7,533,897	180.21	0.00
Azúcar	990	3,716,473	71.12	0.04
Farináceos	3,242,111	5,920,047	229.79	36.07
Hortalizas	950,614	5,649,573	151.45	16.04
Legumbres	8,334	576,274	14.68	1.45
Huevos	293,162	454,748	19.12	39.20

En el sector agropecuario, la industria lechera sobrepasó todos los otros renglones en términos de su aportación al ingreso bruto agrícola con \$195 millones (USDA, 2002). En términos de los cultivos, la producción de café ocupó el mayor área de terrenos agrícolas utilizando 23,020 ha (USDA, 2002).

En resumen, aunque Puerto Rico es un gran consumidor de alimentos, el sector agropecuario no sufre las necesidades de los residentes. Sin embargo, con el aumento en los precios de los alimentos que se está experimentando mundialmente, existe un gran potencial para establecer una estrategia de sustitución de las importaciones con productos agropecuarios producidos localmente. Corresponde al Gobierno de Puerto Rico y al sector privado redirigir sus esfuerzos en estas áreas de oportunidad.

### LA PROMESA DEL ETANOL

El precio al detalle de la gasolina en Puerto Rico aumentó un 38% en cinco años (Tabla 6). Este aumento pone en una situación precaria las finanzas de los residentes de Puerto Rico, dado que el 13% de sus ingresos se utilizan para cubrir las necesidades de transportación (Tabla 3).

Tabla 6. Precios promedios anuales de gasolina al detal en centavos por litro en Puerto Rico (Departamento de Asuntos al Consumidor, 2007).

Descripción	2004	2005	2006	2007	2008*
Sin plomo regular	45.9	55.3	62.3	71.9	74.3
Sin plomo super	50.4	60.6	69.5	75.6	80.7

\*Mes de enero solamente

La producción anual de etanol en los Estados Unidos alcanzó los 21.28 mil millones de litros (Baker y Zahniser, 2006) y podrá aumentar a 41.8 mil millones de litros para el 2011. Se estima que la industria del etanol necesita el doble del volumen actual del maíz para el 2011 y se asume que será tomado del que está destinado para la exportación y para la alimentación de los animales.

La producción de etanol en los Estados Unidos ha experimentado un auge impresionante, debido al subsidio (*Energy Policy Act of 1978*) de producción de 13.5 centavos por litro, a la tarifa de importación de 14.5 centavos por litro y al aumento exponencial del barril de petróleo en los últimos 5 años (Tyner, 2008). Sin embargo, Tyner, 2008 especula que el aumento en el precio de maíz se convertirá en unos de los factores que creará una estabilización en producción de etanol. Aunque la producción de etanol basada en maíz ha contribuido a mejorar las finanzas de las zonas rurales en los Estados Unidos, en Puerto Rico no se siembra este cultivo comercialmente.

Por Puerto Rico estar localizado en una zona tropical, existe una ventaja competitiva de utilizar la caña de azúcar como materia prima, dado que es más eficiente y rinde más etanol que el maíz (6,800 L/ha de etanol para la caña de azúcar en Brasil versus 3,000 L/ha de etanol para el maíz en los EE.UU.). Utilizando el maíz como materia prima, se ha determinado que por cada kcal de energía producida, se utilizan 1.29 kcal (Pimentel y Patzek, 2005). Mientras que utilizando caña de azúcar se produce 3.24 kcal por cada kcal utilizado y puede producir hasta tres veces más alcohol por área (Andreoli y De Souza, 2007). Estos mismos autores estiman que el costo de la producción de etanol proveniente de maíz está en \$0.45/L y \$0.28/L para caña de azúcar.

Se estima que una hectárea de caña de azúcar en las Filipinas puede producir anualmente 4,550 litros de etanol (Halos et al., 2007), en la India 5,500 litros y en Brasil 6,800 litros (Jank, 2007). En términos conservadores, se podían producir aproximadamente 200 millones de litros de etanol y debido a la relación política de Puerto Rico con los EE.UU. recaudar \$27 millones del subsidio de producción al poner bajo producción de caña de azúcar las 40,000 ha disponibles en Puerto Rico.

La demanda mundial por etanol está causando un aumento en la inversión en Brasil. Este sector de la producción ya representa un componente importante de la economía de Brasil, contribuyendo a un valor de \$8 mil millones de dólares y 17% de la producción agrícola nacional.

Brasil ocupa el tercer lugar en la producción azucarera del mundo y se ha destacado por ser el país más eficiente en su producción (Valdés, 2007). Brasil es el mayor productor de etanol en el mundo para uso de combustible y anualmente consumen 11.78 mil millones de litros de etanol. Brasil se ha propuesto la meta de reemplazar el 10% de la gasolina consumida mundialmente para el año 2012.

Estos informes demuestran una realidad y es que tanto la industria de producción de etanol en los EE.UU. como de Brasil, no podrán satisfacer el consumo de este producto a nivel mundial en las próximas décadas. Esta situación presenta una oportunidad para establecer refinerías en los países que tienen el potencial de producción de caña de azúcar como materia prima.

En la época de oro de la industria azucarera en Puerto Rico, ésta alcanzó su máxima producción en 1952, la isla tuvo bajo cultivo intensivo 160,000 ha de caña de azúcar y procesaba 1 millón de toneladas en 34 centrales (Suárez, 1998). Hoy en día, no se siembra caña de azúcar en la isla y no existe ninguna central en operación.

La producción de etanol se tiene que visualizar en varias etapas. La primera, utilizando el azúcar proveniente de la producción de caña de azúcar de 40,000 ha las cuales podrían generar hasta 200 millones de litros de etanol por año. Esta cantidad equivale al 5% de la gasolina que se consumió en Puerto Rico en el 2007 (4,275 millones de litros).

El subsidio de producción pudiera ser utilizado para establecer una refinería en Puerto Rico, la cual pudiera importar melaza de otras regiones y de ese modo aumentar la producción de etanol para el consumo local. El próximo paso consiste en implementar la segunda generación de refinerías que utilizarán la tecnología de la conversión de celulosa al etanol (Colón Guasp et al., 2000).

Puerto Rico produce 2.2 kg. por persona por año de desperdicios sólidos. El 33% corresponde a los desperdicios sólidos orgánicos proveniente de los alimentos y los desechos de jardinería. Esta fuente de materia prima puede ser utilizada para la producción de etanol.

Esta estrategia ayudaría a atender otro problema inmenso que sufre Puerto Rico. Durante los últimos años, se han reducido significativamente los vertederos en operación y se estima que para el año 2030 solamente quedarán siete (7) vertederos operando en la isla (Autoridad de Desperdicios Sólidos, 2004). La estrategia de convertir este “desecho” en un “recurso” para producir etanol, contribuirá a extenderle la vida útil a los vertederos.

## IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL EN PUERTO RICO

Puerto Rico cuenta actualmente con miles de hectáreas de terrenos agrícolas en barbecho. Estos terrenos se han convertido en presa para los desarrolladores y aún no se ha aprobado en la isla la Ley de Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico (**Ley Núm. 550, de 3 de octubre de 2004**). Esto, a pesar de que los terrenos agrícolas bajo producción se redujeron de 765,219 ha. en 1935, a 276,275 ha en el 2002 (Medina, 2007). La mejor manera de mantener estos terrenos fuera de la especulación de los desarrolladores es cultivándolas.

El desarrollo urbano desmedido sobre los terrenos agrícolas también afecta el abasto de agua que proviene de los acuíferos en Puerto Rico. Para 1990, el 50% del agua que se utilizaba en la costa sur de Puerto Rico provenía de los acuíferos. Mientras que en la costa norte, el 20% de la demanda de agua se suplía de los acuíferos de esa zona (Lugo y García Martín, 1996).

La siembra de caña de azúcar requiere del riego por inundación, lo que contribuye a recargar los acuíferos y evitar la intrusión marina. Mientras, el aumento del desarrollo urbano en estos terrenos puede causar las descargas de las aguas usadas con bacterias, coliformes fecales y contaminantes químicos.

La implementación de una industria de producción de etanol en Puerto Rico puede aliviar el uso de 4,275 millones de litros de gasolina que se consumió en el 2007. Además, podrá crear la infraestructura que sentará las bases de la próxima generación de producción de etanol, basándose en la materia prima proveniente de cualquier material vegetal (De la Torre Ugarte et al., 2007). Estas tecnologías se encuentran en diferentes etapas de desarrollo comercial. Se estima que el precio por barril de etanol basado en la celulosa fluctúa entre los \$102 a \$123 dólares (Tyner, 2008).

Se han logrado unos avances tecnológicos, por ejemplo, en la Universidad de Florida el Dr. Lonnie Ingram logró patentizar un microorganismo modificado genéticamente capaz de convertir la biomasa en ácidos y los ácidos en etanol. La empresa *Verenium Corporation* ([www.verenium.com](http://www.verenium.com)) compró los derechos de esta tecnología y está construyendo la primera planta procesadora de celulosa basándose en las investigaciones del doctor Ingram y se localizará en Jennings, Louisiana. La meta de esta empresa es utilizar el bagazo de la caña como materia prima para producir anualmente 5.32 millones de litros de etanol (Kays, 2007).

Según la Universidad de Florida (2008), una tonelada métrica de biomasa puede producir hasta 337 litros de etanol. Durante los años ochenta, Alexander (1985) realizó varios estudios en Puerto Rico para determinar el potencial de utilizar la caña energética para producir biomasa y encontró una variedad que produjo hasta 65.9 tm/ha/año. De poner a producir las 40,000 ha. de tierras agrícolas actualmente disponible, se podría producir 22,000 L/ha. de etanol por año utilizando la biomasa de la caña energética como materia prima, lo que equivaldría a un 20% de la gasolina que se consumió en Puerto Rico en el 2007.

## CONCLUSIONES

Según el patrón de producción de alimentos en Puerto Rico, no se vislumbra un aumento significativo en la expansión en los terrenos agrícolas disponibles para producir más alimentos. Para lograr la sustitución de las importaciones de los alimentos por productos agropecuarios producidos localmente, se requiere una intervención del estado, una situación de emergencia (huracanes, interrupción en las vías marítimas) y/o que el sector privado se convezca de las oportunidades de negocios en estas actividades. Esta situación pone de relieve que existe poco conflicto de interés entre la producción de energía versus los alimentos en los terrenos agrícolas disponibles.

Sin embargo, en términos energéticos, Puerto Rico requiere de una política pública que atienda sus necesidades de importación, consumo y producción de energía. La dependencia excesiva en los combustibles fósiles reduce significativamente la competitividad de la isla en todos los renglones productivos. La producción de etanol utilizando caña de azúcar, caña energética o diferentes fuentes de biomasa es un ejemplo de una estrategia que pudiera contribuir favorablemente a la economía de la isla al generar empleos, reducir la dependencia de la importación de combustible, lograr aumentar la productividad de los terrenos agrícolas y reducir la cantidad de desperdicios sólidos orgánicos que terminan en los vertederos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, A.G. 1985. *The Energy Cane Alternative*. Sugar Series, 6. Vol. 6. Elsevier Press. 509pp.
- Andreoli, C y S.P. De Souza. 2007. Sugarcane: The Best Alternative for Converting Solar and Fossil Energy into Ethanol. *Economy & Energy*. Year IX -No 59: December 2006 - January 2007.
- Autoridad de Desperdicios Sólidos. 2004. *Plan Estratégico para el manejo de los Residuos Sólidos en Puerto Rico*. Agosto. 272pp.
- Baker, A. and S. Zahniser. 2006. Ethanol reshapes the corn market. *Amber Waves*, Volume 5, Special Issue, p66-71.
- Colón-Guasp, W., N. Rask, K.N. Rask, L.R. Pérez-Alegría, and C.E. Wyman. 2000. Establishment of an Environmental Industrial Scheme to Contribute to the Economic Development of Puerto Rico: Ethanol Production and Use. *Proceedings of the Caribbean Food Crops Society*. Vol. 36:135-142.
- Departamento de Asuntos al Consumidor. 2008. *Oficina del Secretario, Encuesta Bisemanal*.
- De La Torre Ugarte, D.G., B.C. English, C.M. Hellwinckel, R. Jamey Menard, and M.E. Walsh. 2007. *Economic Implications to the Agricultural Sector of Increasing the Production of Biomass Feedstocks to Meet Biopower, Biofuels, and Bioproduct Demands*. University of Tennessee, Department of Agricultural Economics, Research Series 08-01:1-59.
- Halos, A.L., M.B. Agbon and T.J.C. Palis. 2007. *Prospects for the Philippines' Fuel Ethanol Industry*. *Ethanol Producer Magazine*.
- Jank, M.S. 2007. *Internacional Conference on Biofuels*, Brussels, 5 July 2007.
- Junta de Planificación, 2006. *Informe Económico al Gobernador y a la Asamblea Legislativa*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Oficina del Gobernador, Junta de Planificación. 154pp.



- Kays, J. 2007. Waste Not Want Not. Explore, Research at the University of Florida, Vol. 12, No. 2: 11-15.
- Medina, J. 2007. Necesidad e Importancia de un Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico. Periódico Agrotemas.
- Lugo, A.E. y A.R. García Martínó. 1996. Cartilla del Agua para Puerto Rico. Acta Científica 10(1-3):1-89.
- Lugo, A.E., L. Miranda Castro, A. Vale, T.D. López, E. Hernández Prieto, A. García Martínó, A.R. Puente Rolón, A.G. Tossas, D.A. McFarlane, T. Millar, A. Rodríguez, J. Lundberg, J. Thomlinson, J. Colón, J.H. Schellekens, O. Ramos y E. Helmer. 2004. El Karso de Puerto Rico – Un Recurso Vital. USDA, Servicio Forestal, Informe Técnico General WO065. 100pp.
- Pimentel, D. and P. Patzek. Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower. Natural Resources Research. v. 14, n. 1, p. 65-76, 2005.
- Suárez, N.R. 1998. The Rise and Decline of Puerto Rico's Sugar Industry. Sugar and Sweeteners Outlook/SSS-224/December 1998.
- Tyner, W.E. 2008. The US Ethanol and Biofuels Boom: Its Origins, Current Status, and Future Prospects. BioScience. 58(7), p 646-653.
- University of Florida. 2008. A Big Boost for Biofuels, Impact Magazine, Spring 2008. Vol. 24, No. 1, p4-7.
- USDA, 2002. Puerto Rico, Volúmen 1, Parte 52, Censo de Agricultura. Servicio Nacional de Estadísticos Agrícolas del Gobierno Federal de los Estados Unidos de América, 299pp.
- Valdés, C. 2007. Ethanol Demand Driving the Expansion of Brazil's Sugar Industry. Sugar and Sweeteners Outlook/SSS-249/June 4, 2007.
- World Bank. 2008. Commodity Price Index. Development Prospects Group, Development Economics Vice Presidency. March 5, 2008.

**\*(Artículo recibido en septiembre del 2008 y aceptado para su publicación en mayo del 2009).**