



# BOLETÍN DE ECONOMÍA

## UNIDAD DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Vol. II, Núm. 2

octubre - diciembre 1996

### Temas de investigación socioeconómica: segunda parte

*Jaime Bofill Valdés*  
editor

En este número del Boletín de Economía se presenta la segunda y última parte sobre los Temas de investigación socioeconómica. En el Boletín anterior (julio-septiembre) se dio inicio a esta serie de artículos que presentan, principalmente, resúmenes de tesis doctorales y de maestría en economía. Ocasionalmente, también se incluyen en estos números resúmenes de trabajos de investigación más extensos que van a ser publicados. Nuestro propósito es continuar colaborando con la diseminación de este tipo de investigación publicando anualmente por lo menos un número del Boletín con esta orientación.

En esta segunda parte se presentan los resúmenes de los trabajos de los profesores José Alameda (Universidad de Puerto Rico (UPR), Mayagüez), Wilfredo Camacho (UPR, Río Piedras), Wilfredo Toledo (UPR, Río Piedras), Julio Quintana (UPR, Mayagüez), y de la economista Elvia Pérez del Departamento de Comercio Federal. Además, Gustavo Vélez, Brenda Caparrós y Yenai Reyes, Asistentes de Investigación (UPR, Unidad de Investigaciones Económicas, Río Piedras), han preparado un resumen de cada una de las tesis de maestría en economía para los años académicos 1995-96 y 1996-97 de la Escuela Graduada de Economía, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

El resumen del profesor José Alameda sobre su tesis doctoral en economía de la Universidad de Gales, Gran Bretaña, trata sobre los ciclos económicos y la relación entre las economías de Puerto Rico y los Estados Unidos. Concretamente, su trabajo examina empíricamente las hipótesis principales de la Teoría Real de los Ciclos (RBC, por sus siglas en inglés) para el caso de Puerto Rico y compara los resultados con los obtenidos por otros autores recientemente en los Estados Unidos. Elvia Pérez resume su tesis de maestría de la Universidad de Puerto Rico sobre los Fondos de Estabilización de Ingresos Fiscales. Propone la creación de un Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales para Puerto Rico con miras a garantizar más eficientemente el cumplimiento del mandato constitucional de un presupuesto balanceado en sus gastos corrientes. El tema de la evasión contributiva y las auditorías fiscales lo discuten los profesores Wilfredo Camacho y Wilfredo Toledo. Este informe es un

resumen de un trabajo de investigación más extenso que ellos están preparando sobre este tema tan importante. Finalmente, el profesor Julio Quintana presenta un extenso resumen de la primera parte de su tesis doctoral en estadística de la Universidad de Gales, Gran Bretaña. Este autor propone diversos métodos indirectos para obtener respuestas y estimados en las encuestas sobre temas controversiales. El profesor Quintana aplica estos métodos en los casos de uso de drogas, cigarrillos y bebidas alcohólicas entre estudiantes universitarios de primer año.

Todos estos trabajos discuten temas de gran interés que contienen resultados y conclusiones de gran utilidad para la formulación de la política social y económica de Puerto Rico.

#### En este número:

<b>Temas de investigación socioeconómica: segunda parte</b> .....	1
<b>An Analysis of the Transmission of Real and Monetary Shocks on the Economy of Puerto Rico from the United States</b> .....	2
<b>Fondos de estabilización de ingresos fiscales</b> ...	5
<b>Auditorías fiscales y evasión contributiva</b> .....	8
<b>A Randomized Response Method to Obtain Estimates About Sensitive Topics</b> .....	11
<b>Resúmenes de las tesis de maestría en economía para los años 1995 y 1996, Escuela Graduada de Economía, Universidad de Puerto Rico</b> .....	20

## AN ANALYSIS OF THE TRANSMISSION OF REAL AND MONETARY SHOCKS ON THE ECONOMY OF PUERTO RICO FROM THE UNITED STATES

*José Israel Alameda Lozada\**

### 1. Introduction

Since the 1980's, a new macroeconomic paradigm referred to as Real Business Cycle (RBC) has gained wide attention of many economists. The seminal work of Kydland and Prescott (1982, 1989) found that around 70 percent of U.S. postwar cyclical fluctuations were basically induced by variations in the technology (productivity) shocks. This theory seeks to determine the causes of business cycles with no emphasis on money supply but instead, on technology shocks as the main explanatory factor of cyclical behavior. As expected, this emphasis on the cyclical role of technology shocks, has generated a great deal of controversy among several scholars on the subject.

In general, RBC theory hypothesized the following propositions: (1) productivity (technology) shocks are the main driving sources of the economic fluctuations; (2) economic growth and business cycles theory are intertwined; (3) money is neutral because it only affects nominal output instead of real output, and (4) aggregate supply and aggregate demand shocks generate permanent rather than transitory effects over real variables such as output.

Most recently, RBC literature inspired various researchers to study the international transmission of the RBC disturbances [see Dellas (1986), Cantor and Mark (1988), Stockman (1990), Stockman and Tear (1990), Mendoza (1991), Ahmed, Ickes, Ping-Wang, and Sam-Yoo (1993)]. A group of these studies of RBC for an open economy has emphasized the role of the technology shocks in the transmission of business cycle among countries [Stockman and Tear (1990), Mendoza (1991), Backus, Kehoe, and Kydland (1992), Ahmed, Ickes, Ping-Wang, and Sam-Yoo (1993)].

In general, this dissertation seeks to verify some of these RBC propositions for Puerto Rico, a developing region highly dependent on the economy of United

States, and U.S. multinational corporations, which serve as main instruments of technology transfer. Over the years, studies conducted in Puerto Rico were based upon the traditional cyclical mechanisms of trade, capital, labour, and other financial flows between Puerto Rico and the United States [Beer (1962), Alameda and Rivera-Galindo (1976), Ayuso (1982), Alameda, Rivera and Rodríguez (1989), Alameda and Ramgolam (1991), Alameda and Mann (1993), *inter alia*]. So far, no study has examined the link between technology shocks or transfers on business cycles in Puerto Rico because the issues relating to this factor were primarily centered on the theory of economic growth. Technology shocks or diffusion have been studied within the context of the economic development process and/or factor substitution in manufacturing [Gutiérrez (1977), Colón (1992)], but never within the context previously mentioned.

### II. Purpose and objective

In specific, the main purpose of this dissertation will be directed to answer the following questions:

- (1) How United States real and monetary (nominal) shocks are transmitted to the Puerto Rican economy?, and, how does the Puerto Rican economy respond to these shocks?.
- (2) How much of Puerto Rico's economic fluctuations can be explained by real shocks generated by real output growth, technological advances, prices of raw materials in the United States, and the world price of crude oil?.; and,
- (3) How much of the response can be attributed to nominal shocks --i.e; United States monetary policy?.

As a secondary goal, this dissertation seeks to determine the presence of a stochastic trend versus a deterministic one in real GNP and GDP series which are decomposed into the two components: permanent (trend) versus transitory.

The research agenda was planned as follows: Chapter 2 reviews the relevant literature. Chapter 3 will examine the economic development of Puerto Rico emphasizing on technology changes and the transmission

of business cycles. Chapter 4 tests for the presence of a stochastic trend and estimates the permanent and the transitory components. Chapter 5 examined how real and monetary shocks affect real GDP output of Puerto Rico. Chapter 6 interpreted the main results and Chapter 7 presented the main conclusions and proposes new alternative studies on this field.

### III. Methodology

To examine this link, the study of business cycles in Puerto Rico, was addressed in a similar framework used in analysing the process of economic growth. Therefore, this dissertation investigated the response of the real growth of Puerto Rico relative to shocks in real and monetary variables in United States. A new battery of econometric procedures were in here used, such as Unit Root test, Cointegration tests and Vector Autoregression (VAR). VAR was the main statistical tool used to verify these propositions or to answer previous questions.

VAR is a useful estimation technique which purports not to impose any structural priori restrictions on causality among the variables as do traditional large models. In VAR, each member of group of random variables is expressed as a linear function of past values of itself, past values of the other members of the group, and perhaps, a constant or a time trend. VAR provides estimates for dynamic response patterns that are of interest to many analysts of business cycles and its dynamics. The results of the VAR model are more easily interpreted by the use of two devices: the impulse response function (IRF) and the forecast error decomposition variance (FEDV). The former constitutes an important device because it depicts the response of one endogenous variable over time to a single surprise or sudden jump (shock) in any other endogenous variable(s), including itself. It enables us to examine whether a given endogenous variable follows a permanent or transitory path from shocks in any other real or monetary variable.

The forecast error variance decomposition (FEVD) measures the contribution of each innovation in the VAR to the k-step ahead forecast error variance of the dependent variables. The FEVD is a useful tool to determine the relative quantitative importance of shocks in the United States and the world economy on the Puerto

Rican economy. It also permits the examination of the forces associated with one variable on the evolution of another group of endogenous variables, including itself.

A general description of a VAR model can be expressed as:

$$(1) \quad Y_t = A(L) Y_{t-1} + e_t$$

where  $y$  is an  $e$ -vector of endogenous variables,  $A(L)$  is a  $n \times n$  invertible matrix of polynomial in  $L$ , the backward-shift operator, and the  $n$ - vector  $e$  satisfies;

$$(2) \quad E(e_t) = 0$$

$$E(e_t, e_s) = S, \quad t=s \\ = 0, \quad t \neq s.$$

The moving average representation of (2) is:

$$(3) \quad Y_t = (I-A(L))^{-1} e_t = B(L)e_t$$

where  $B_0$  is the identity matrix, given the normalization of  $B(L)$ .  $B(L)$  is a  $n \times n$  matrix of polynomials in the lag operator  $L(B(L) = B_0 + B_1 L + B_2 L^2 + \dots)$ . It is often more useful to look at the moving average representation with orthogonalised innovations.

### IV. Results

Results of this study support the following general conclusions. First, technology shocks explained a small role of short-term real output fluctuations in Puerto Rico. This conclusion contradicts that of a seminal study by Kydland and Prescott which found that technology shocks explained seventy-five percent of U.S. real output fluctuations. Second, U.S. monetary policy (U.S. monetary shocks) had negligible effects over real output variations both in the short-run and the long-run. Conversely, positive monetary shocks did increase prices in the short-run, thereby, affecting nominal output. This conclusion may be due to: (1) money neutrality, (2) degree of openness, and (3) market segmentation due to the unique financial market of "936 funds". Third, real price of U.S. raw materials and real price of crude oil had significant depressive effects on real output. The latter, however, had lesser negative effect over real output in comparison to the former. Fourth, real output growth of

Puerto Rico proved to be increasingly sensitive to the United States economy. Fifth, real output exhibited a stochastic trend rather than a deterministic one. It was found that the proportion of real GDP variations attributed to the permanent component ranged between 16 percent to 59 percent, as postulated by RBC.

In sum, this study showed that some RBC propositions were confirmed such as the significant proportion of real GDP fluctuations explained by the permanent component, and the very little effect of monetary shocks in the real output. Conversely, results related with technology shocks, did not confirm the RBC proposition.

*\*Professor of Economics, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. Summary of his Ph.D. dissertation in economics, University of Wales, Great Britain.*

Table 1

Percent of Variance in Quarterly real GNP  
Due to Variability in the Permanent Component

METHODS	PERCENT
TRADITIONAL	1
ISOLATING TREND	
Blanchard and Quah	36
Judd and Trehan	36
King, Plosser, Stock and Watson	54
Shapiro and Watson	72
EXAMINING EXOGENOUS VARIABLES	
Boschen and Mills	27
Simple Growth	38
VARIOUS FOR PUERTO RICO	
Beveridge and Nelson	15
AC-ARIMA	36
ARIMA (2,1,0)	48
ARIMA (4,1,0)	55
ARIMA (6,1,0)	59

Source: Boschen J. and L. Mills (1990). Estimates of Puerto Rico taken from this study.

## **Fondos de estabilización de ingresos fiscales**

*Elvia Pérez Hernández\**

La Constitución de Puerto Rico establece entre sus disposiciones que el gobierno no debe operar con un déficit presupuestario en sus gastos corrientes. En Puerto Rico, sin embargo, no existe ninguna legislación que establezca un mecanismo habilitador de dicho mandato constitucional. Como consecuencia de esta laguna en nuestro ordenamiento jurídico, ha sido necesario legislar por etapas para enfrentar las crisis económicas según han ido surgiendo. La obligación legal de un presupuesto balanceado induce al sector público a realizar ajustes difíciles en sus gastos e ingresos en períodos de contracción económica.

Las dificultades para realizar una política anticíclica en una economía regional como la de Puerto Rico son significativas. La experiencia histórica de los años 1970 hasta el 1992, indica que el Gobierno de Puerto Rico siguió mayormente una política económica procíclica.

En períodos de expansión económica los ingresos han aumentado rápidamente lo que ha inducido incrementos rápidos en el gasto público. Asimismo, en períodos de contracción económica, el Gobierno, en vez de tratar de compensar el ciclo económico con un nivel mayor de gastos, ha tenido que recortar gastos o aumentar impuestos. Esto aplica tanto a la política de gastos corrientes como a las políticas de inversión. Esta situación ha generado serias tensiones en el sector público y ha contribuido a agudizar los períodos recesivos o de desaceleración económica. Un ejemplo es lo sucedido en el año 1989, cuando una desaceleración económica produjo errores de pronóstico, lo que obligó a recortar gastos y posponer reducciones de impuestos.

En Puerto Rico se hace difícil utilizar la política de inversiones como un instrumento anticíclico. La inversión en el sector público está financiada mayormente con deuda y las emisiones de deuda dependen de las condiciones del mercado, las cuales no son siempre propicias en períodos de contracción económica y de mayor incertidumbre. A pesar de estas dificultades, se podría aplicar algún tipo de política anticíclica. Uno de los instrumentos que se podría

implantar, y de esta forma contar con un mecanismo anticíclico, es la creación de un Fondo de Reserva o Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales.

El objetivo principal de este estudio se concentró en el análisis, el diseño y la viabilidad de la creación del Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales para Puerto Rico. Como parte de este esfuerzo se vinculó el producto bruto y los ingresos fiscales para establecer su uso y tamaño. El Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales es una cuenta no incluida en el Fondo General que recibe dinero durante los períodos en los cuales el presupuesto está en expansión económica para utilizarlo posteriormente durante los períodos de dificultad económica. Este fondo se utilizará exclusivamente para compensar las pérdidas de ingresos vinculadas al ciclo económico a base de los ingresos fiscales del Fondo General y el comportamiento del producto nacional bruto. Por lo tanto, los recursos del Fondo de Estabilización estarían disponibles exclusivamente para cubrir deficiencias en los ingresos fiscales del Gobierno cuando ocurriera una desaceleración o una contracción económica. La creación de este fondo ayudaría a garantizar el cumplimiento del mandato constitucional según el cual el Gobierno de Puerto Rico no debe operar con un déficit presupuestario. Con este fondo, este objetivo se lograría independientemente de los cambios políticos y de las oscilaciones económicas que se susciten y sin la necesidad de estar improvisando soluciones para corregir el problema.

Un objetivo secundario de este estudio consiste en presentar un análisis de la política anticíclica y los ciclos económicos en Puerto Rico desde el 1970 hasta 1992. Además, se presenta el desarrollo histórico del proceso presupuestario y varios ejemplos de cómo el Gobierno de Puerto Rico ha utilizado ingresos no recurrentes para financiar gastos recurrentes. También se han reseñado ejemplos de la creación y uso de los Fondos de Estabilización de Ingresos Fiscales en los Estados Unidos.

La política monetaria y la política fiscal son de los dos principales instrumentos de la política macroeconómica. La política monetaria es un mecanismo importantísimo en la planificación del desarrollo económico. El estudio se concentra en el gasto público, el tema referente a una política monetaria en Puerto Rico puede ser materia para otra investigación.

Para contrarrestar las fluctuaciones económicas y estimular el crecimiento económico, la política fiscal del Gobierno de Puerto Rico está fundamentada en el control del gasto público, el manejo de la deuda pública y una revisión del sistema tributario.

Las dificultades para realizar una política anticíclica en una economía regional como Puerto Rico son significativas. Sin embargo, existe una serie de posibles alternativas. Entre éstas, la creación de un fondo de reservas que se nutra de los incrementos de los ingresos del Gobierno en períodos de expansión. Desde el 1986 se había propuesto la creación de un fondo de reserva y en el 1989 se concretó la propuesta de un proyecto de ley. En este aspecto, se destacan los trabajos realizados por el Dr. Juan B. Aponte quien redactó un proyecto de ley para la creación del Fondo de Reserva (*El concepto del Fondo de Estabilización de los Ingresos Presupuestados de Estado Libre Asociado, Senado de Puerto Rico, 1989*), así como los trabajos de los profesores Fernando Zalacain y Jaime Bofill, quienes analizaron los aspectos económicos más importantes del Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales (*Un análisis de algunos aspectos económicos del proyecto del Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales, Senado de Puerto Rico, 1989*).

En algunos estados de los Estados Unidos se ha experimentado con distintas versiones de este tipo de fondo de reserva. En la década de los ochenta, algunos estados de la Unión Americana instituyeron fondos estabilizadores de ingresos presupuestarios. Los efectos negativos causados por las recesiones, las dificultades con las proyecciones de ingresos y gastos, y la restricción de un presupuesto balanceado, han llevado a estos estados a crear este tipo de fondo de reserva. Este fondo se utiliza para compensar las pérdidas del ingreso vinculadas al ciclo económico.

El tamaño del fondo varía de estado a estado. La determinación del tamaño del fondo es una combinación de factores, incluyendo diferencias en el tamaño del presupuesto, la condición económica del estado y la política pública con relación al uso que se dará a los recursos del fondo. El tamaño promedio para los Estados Unidos medido en términos de los gastos del fondo general, fue de 1.6 por ciento durante 1986 al 1987. Para los estados, este por ciento osciló entre cero

y seis, donde los por cientos mayores corresponden a los estados más pequeños.

Los estados utilizan diversos mecanismos para obtener y disponer ingresos para estos fondos tales como, el decreto legislativo, el sobrante, las fórmulas y otros mecanismos o combinaciones de las opciones. El Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales ha sido atractivo para aquellos estados de la Unión Americana cuyas economías están sujetas a mayores variaciones cíclicas y a los cuales se les requiere un presupuesto balanceado. El estado de Michigan representa un buen ejemplo de este tipo de economía. De hecho, la economía del Estado de Michigan y la economía de Puerto Rico muestran mucha similitud, por lo que se utiliza la experiencia de Michigan para crear el fondo estabilizador de Puerto Rico. Algunos factores comunes de la realidad fiscal de Puerto Rico y Michigan son el tamaño de su Fondo General, la naturaleza cíclica de su economía y la exigencia legal de un presupuesto balanceado.

En esta investigación se analizaron diversas metodologías para determinar el tamaño del fondo de reserva. Para realizar este estimado se evaluó el error del pronóstico de los ingresos fiscales, realizado por el Departamento de Hacienda en el período comprendido entre 1974 y 1995. Asimismo, se estimaron ecuaciones que vinculan el comportamiento del producto bruto con los ingresos fiscales. Finalmente, se simuló el fondo desde 1970 al 1992 a base de un programa que se preparó utilizando los datos del producto bruto y los ingresos al Fondo General. Estos datos fueron suministrados por la Junta de Planificación de Puerto Rico.

Utilizando la información disponible referente a ingresos fiscales y crecimiento económico, un análisis de las fluctuaciones de los ingresos fiscales durante los ciclos económicos y la experiencia de otros estados, se concluyó que el tamaño del fondo es equivalente al cinco por ciento de los ingresos del Fondo General. Sin embargo, luego de realizar las simulaciones para las insuficiencias fiscales históricas se encontró que este por ciento osciló entre 0.425 y 2 del total de ingresos del Fondo General.

En el estudio se presentan las diferentes simulaciones para generar el flujo de recursos al Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales para Puerto Rico. Uno de los problemas más complejos radica en el uso de

los recursos del Fondo de Estabilización. Este problema está vinculado al establecimiento de las relaciones cualitativas entre el comportamiento del producto bruto y los ingresos fiscales. En Estados Unidos, muchos estados utilizan un procedimiento muy sencillo para calcular el tamaño del fondo. Éste consiste en identificar y estimar la magnitud de los ingresos fiscales. En algunos estados de Estados Unidos se usa este tipo de fórmula y también puede utilizarse para Puerto Rico. El uso del Fondo de Estabilización podría estar sujeto a manipulaciones de tipo político por lo que es necesario definir con exactitud las magnitudes de su manejo. La idea de establecer parámetros se recomienda con el propósito de evitar tales manipulaciones.

Ampliando la discusión referente a las diferentes simulaciones que describen el flujo de recursos es conveniente tener presente que en esta investigación se analizó el período de 1970 al 1992, el cual comprende tres recesiones (1975 al 1976, 1982 al 1983 y 1990 al 1991) y tres períodos de expansión económica (1971 al 1974, 1977 al 1981 y 1984 al 1989). En el estudio se presentan siete simulaciones. En la primera simulación se estudia el período de 1977 al 1981, donde ocurre una expansión económica y se determina el flujo de recursos al Fondo de Estabilización de una insuficiencia de cien millones de dólares. La segunda y tercera simulación estudian el período de 1984 al 1989, donde también ocurre una expansión económica y se genera el flujo de recursos que se necesitará para cubrir las insuficiencias fiscales ascendentes a cien y doscientos millones de dólares respectivamente. La cuarta, quinta y sexta simulación vinculan el producto bruto y los ingresos fiscales para los años 1971 al 1992 e indican el por ciento que deberá ser utilizado del Fondo de Estabilización de ocurrir una desaceleración o contracción en el producto bruto. La última simulación vincula la inversión y el ingreso neto de las corporaciones públicas.

En resumen, las conclusiones más importantes de esta investigación son las siguientes:

- La experiencia histórica de los años 1970 al 1992 indica que durante la mayor parte de este período el Gobierno de Puerto Rico ha seguido una política económica procíclica.

- La creación de Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales representaría la aplicación de un instrumento anticíclico a nuestra economía.
- El Fondo de Estabilización de Ingresos Fiscales para Puerto Rico es viable.
- El por ciento promedio anual que se extrae del total de ingresos para satisfacer una determinada insuficiencia fiscal osciló entre el 0.425 y el 1.91 por ciento.

\* Investigadora Auxiliar, Departamento de Comercio Federal. Resumen de su tesis de maestría, Escuela Graduada de Economía, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

## AUDITORÍAS FISCALES Y EVASIÓN CONTRIBUTIVA

*Wilfredo Camacho\**  
*Wilfredo Toledo\*\**

### I. Introducción

La evasión contributiva es un problema de mucha preocupación para las autoridades fiscales por varios motivos: primero, porque viola el principio de justicia fiscal, mientras algunos contribuyentes cumplen con su responsabilidad contributiva otros la ignoran; en segundo lugar, reduce los ingresos que recibe el fisco, limitando con ello el financiamiento de mayores obras públicas o la implantación de tasas contributivas inferiores a las existentes; por último, este fenómeno, de no ser controlado, crearía condiciones para autosostenerse, esto es niveles cada vez mayores de sí mismo --en la medida en que se perpetúa la práctica de evadir contribuciones crece el descontento y la frustración de aquellos que atienden sus cargas tributarias, a la vez los contribuyentes internalizan la idea de que el sistema tributario no es eficiente en la fiscalización, y se promueve entonces la generalización del problema aludido--.

Desde el punto de vista de teoría económica, es interesante examinar este comportamiento y determinar los factores que lo motivan. A continuación se reseña un análisis sobre la evasión contributiva de individuos. El problema que se analiza es la sub-reportación del ingreso tributable.<sup>1</sup> Se examinan los incentivos que pudieran tener los contribuyentes para realizar dicha actividad. Además, se realiza un análisis empírico donde se examina la relación entre la extensión de las investigaciones de planillas de contribución sobre ingresos y la evasión contributiva.

Los resultados del trabajo sugieren que una forma de reducir el problema de evasión es aumentando la proporción de planillas de contribución sobre ingresos que son objeto de investigación contributiva: dicha proporción parece incrementar la probabilidad que percibe el contribuyente de que la evasión sea detectada.

### II. El Problema del evasor

El individuo que no informa todo su ingreso lo hace porque deriva alguna satisfacción (utilidad) de este comportamiento. Una manera de conceptualizar lo anterior es pensar que el evasor tiene una función de preferencias que está positivamente relacionada con el nivel de ingreso neto de impuestos que recibe. Así que evadir es una de las acciones que están disponibles para aumentar su nivel de satisfacción. Ahora bien el ingreso neto de impuestos solamente es un valor seguro si el individuo cumple a cabalidad con la carga contributiva; si hubiese evasión dicho ingreso dependería de dos eventos: uno de ellos es que la evasión no se detecte (en este caso el ingreso neto de impuesto sería igual al ingreso total del contribuyente menos los impuestos que haya decidido pagar, estos últimos obviamente inferiores a los que realmente venía obligado por ley a aceptar); y el segundo es que la evasión sí sea detectada (en cuyo caso el ingreso neto de impuestos dependería de los intereses, recargos y otras penalidades a la cual se expondría el contribuyente). Si bien es cierto que aumentos en cualesquiera de los elementos inmediatamente mencionados --intereses, recargos y otras penalidades-- hacen poco atractiva la práctica de la evasión contributiva no es menos cierto que la decisión que adopte el contribuyente estará influenciada por la posibilidad de ocurrencia que el entienda tienen los eventos anteriores. Mientras mayor sea la probabilidad que él le asigne al segundo evento menor debería ser su disposición a practicar la evasión contributiva.

¿Cuáles factores inciden en la construcción o formación, por parte del contribuyente, de la probabilidad a la cual hemos hecho referencia? Contestar cabalmente esta pregunta requeriría un tratamiento aparte. Ahora bien, la proporción de planillas investigadas se presenta como uno de tales candidatos. Parece natural pensar que conforme aumente dicha proporción mayor sea la probabilidad que el contribuyente le asigne al evento que la evasión sea identificada. Esta hipótesis se somete a prueba en la próxima sección.



### III. Análisis empírico

El análisis empírico consiste en la estimación de un modelo de regresión lineal que relaciona la proporción de investigaciones contributivas y la evasión. En símbolos el modelo puede ser expresado como:

$$EV = f(P_{DA}, Z), \quad \partial EV / \partial P_{DA} < 0$$

donde, EV es un índice de evasión;  $P_{DA}$  es la probabilidad que le asigna el contribuyente al evento de que la misma sea detectada, y; Z es un vector de otras variables que afectan a EV.

Debiera existir una relación negativa entre el nivel de evasión y la probabilidad mencionada.

La forma en que los contribuyentes estiman la probabilidad de que la evasión sea identificada se modela como:  $P_{DA,t} = g(PA_{t-1})$  con,  $dP_{DA,t} / dPA_{t-1} > 0$  donde,  $PA_{t-1}$  es la proporción de planillas auditadas en el período t-1.

La ecuación establece que en cada período el contribuyente estima la probabilidad de ser auditado a base de la proporción de planillas que han sido objeto de auditorías en el período anterior. Una explicación para esta relación es que dicha proporción afecta la diseminación de la información en torno a la labor fiscalizadora del Estado con respecto a la actividad mencionada. Se esperaría entonces, que mientras mayor sea la tasa de auditoría mayor será la probabilidad estimada por los contribuyentes sobre el evento de ser investigados.

El análisis empírico requiere de alguna medida de evasión contributiva, en este trabajo se utiliza la Brecha de Ingresos. Dicha brecha mide la parte del ingreso tributable generado por los individuos en la economía incluida en el lado de los ingresos de las cuentas nacionales que no se declara para propósitos contributivos.<sup>2</sup>

PA se midió como el número de contribuyentes auditados dividido entre el número de planillas de contribución sobre ingresos redicadas en cada año.

El análisis fue realizado para Puerto Rico con datos anuales de 1976 a 1994. Los datos sobre la

Brecha de Ingresos fueron tomados de Toledo y Camacho (1996). Los resultados de la ecuación estimada se presentan a continuación:

$$EV_t = .31 + .5EV_{t-1} - 4.09 PA_{t-1} - .009T + e_t$$

(0.04) (0.033) (0.031) (0.004)

$$R^2 = .929 \quad F = 61.85 \quad \text{Valor P} = .000;$$

$$Q(4) = 2.99 \quad \text{Valor} = .56$$

Donde:  $EV_t$  es el vector de la Brecha dividido por el nivel de ingresos incluidos en el Ingreso Personal que deben ser declarados para propósitos contributivos, (a precios corrientes); T es una medida de tendencia, comenzando con el valor uno; y los valores en paréntesis representan los niveles de significancia observados de los estadísticos o estimadores calculados.

En el modelo se incluyó un rezago de la variable dependiente para captar el carácter dinámico y autosostenido de este fenómeno. Todas las variables incluidas en el modelo son significativas a nivel de cinco por ciento. El 93% de las variaciones ocurridas en la variable dependiente, en el período bajo análisis, fue explicada por esta ecuación. El valor P del estadístico Q sugiere que no existe autocorrelación en los datos.

La proporción de las planillas que se investigan tiene el signo negativo esperado, lo que implica que aumentos en la probabilidad de detección medida por esta variable reduce la proporción de ingresos que no se informan o declaran al fisco, en promedio, en 4.09 puntos porcentuales (entre .45 y 7.74 puntos porcentuales, con un 95 por ciento de confianza). Este resultado implica que una forma de reducir la evasión contributiva es incrementando el número de contribuyentes que son objeto de las investigaciones.

### IV. Resumen

En este trabajo se reseñó el problema que confronta el contribuyente cuando se plantea la decisión sobre evadir o no los impuestos sobre ingresos.

Se encontró evidencia muestral para sustentar

la hipótesis de que la proporción de contribuyentes sujetos a investigaciones está inversamente relacionada con el nivel de evasión medida por la Brecha de Ingresos. Lo anterior tiende a indicar que los contribuyentes utilizan, de alguna forma, esta información cuando asignan probabilidad al evento de que se detecte la práctica de la evasión. Por tanto, incrementando la proporción de contribuyentes auditados se podría reducir el tipo de evasión mencionada.

Otra implicación del trabajo es que las auditorías fiscales, además de tener un efecto directo sobre los recaudos que es el incremento que ocurre en estos como resultado de las deficiencias encontradas; tienen un efecto indirecto que surge cuando los contribuyentes se persuaden de informar toda su responsabilidad contributiva al pensar que la evasión pudiera ser detectada a través de las auditorías. Sería interesante determinar cuál de los efectos tiene un impacto mayor sobre los recaudos.

- 
1. Se considera este problema y no la no-radición de planillas de contribución sobre ingresos, debido a que los datos disponibles nos permiten examinar solamente este comportamiento.
  2. Ver Park (1985) para una discusión de este método.

#### Referencias

- Alm, J., Betty Jackson y Michael McKee (1992) "Institutional Uncertainty and Tax Compliance", **The American Economic Review**, 82, págs 1018-1027.
- Carson, Carol S. (1984) "The Underground Economy: An Introduction", **Survey of Current Business**, abril, págs 32-6.
- Park, Thae S. (1985) "Personal Income and Adjusted Gross Income 1981-83", **Survey of Current Business**, abril, págs 32-6.
- Toledo Wilfredo y Wilfredo Camacho Isaac (1996) "La Brecha de Ingresos para Puerto Rico: 1976 a 1994" estudio preparado para el Departamento de Hacienda de Puerto Rico.

\* *Profesor del Instituto de Estadísticas de la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.*

\*\* *Profesor del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.*

**A RANDOMIZED RESPONSE METHOD  
TO OBTAIN ESTIMATES ABOUT  
SENSITIVE TOPICS**

*Julio C. Quintana Díaz\**

**I. Introduction**

Social survey researchers agree that response bias and reliability problems are present when interviewers ask questions about sensitive topics, such as income, the receipt of welfare, drug consumption, sexual or illegal activities, and embarrassing medical conditions, among others. There is a common assumption that data of this type is usually underreported or that the responses are unreliable and noisy (Marquis et al, 1986).

Under the traditional methods of survey, the researcher makes special efforts to guarantee the respondent's anonymity and confidentiality of their answers. However, it is a common that the respondents are still skeptical and may be reluctant to supply truthful replies. Social research must balance the need of surveying sensitive problems and the need for protection of the privacy of the respondents.

There are two approaches to overcome this problem. One of these is to carry out the analysis of response bias and data reliability after the survey has been performed. The second way consists of the application of special sampling techniques which allow the indirect estimation of the sensitive parameters without requiring the individuals to respond directly to the questions. This study will focus on the indirect-response approach.

In this research the following aspects are introduced: a) a new randomized response device, which is inspired by one developed by Liu and Chow (1976) for discrete data, is developed for the estimation of frequencies on interval sensitive data; b) This new device will allow us the estimation of the arithmetic mean, its variance and its standard deviation and also the estimation of location measures such as medians and percentiles; and c) estimates from the the indirect method, the Randomized Response technique, are compared with estimates obtained via a conventional direct questionnaire.

Because the serious problem of drug addiction among young people in Puerto Rico, this topic was chosen as the target matter to apply the proposed statistical techniques. In this summary we discuss about our approach and the corresponding survey methodology, we present the main findings about estimates of drug addiction obtained when we applied these techniques in a freshman population, and finally, we analyse and discuss these results. This study also represents a contribution to social research in Puerto Rico because to the best of my knowledge these indirect techniques are applied for the first time here. It is expected that these procedures or similar ones would be applied to other areas of study, such as criminality, AIDS, sexual behaviours, income, taxes, among others.

**II. Methodology**

We implemented the following two approaches: a) the use of a mixed instrument for categorical and interval data, as a version of Greenberg's model and Liu and Chow's technique; and b) an application of a conventional anonymous questionnaire for comparison purposes.

Luetgart and Armstrong (1973) and other researchers have suggested that whereas reporting use versus nonuse of drugs was unaffected by the anonymity of the questionnaire, reported frequency and recency of use were greater under the anonymous conditions. Because of these findings, our interest was to develop an indirect instrument that would allow to estimate the number of times the sensitive behaviour is performed by individuals and its descriptive statistics, such as the average, the standard deviation and location measures.

For both methods we developed a set of five multiple choice questions which did not differ in the instruments. The alternatives in each question showed intervals for the number of times the student indulged in the sensitive behaviour the week before the survey. Scales for each question were based on a careful review of medical and therapeutic literature about drug consumption frequencies.

**The Randomized Response Method (RRM)**

A random device was developed with the following characteristics. Five boxes, numbered 1-5

were placed on a table. A sensitive question, printed on a sheet of paper appeared on the wall above each box. The questions were about number of drinks or cans of beer drunk, number of cigarettes of marijuana smoked, number of times cocaine or heroin was consumed and whether the student used drugs several times, six months prior the survey. Each box contained folded cards, a certain proportion of which were "tagged". All cards appear equal. The proportion of tagged cards on each box was known (30%, because some theoretical foundations of the procedure to guarantee that the answer of an individual would not be unveiled by the pointer). Before entering the room students received a sheet of instructions. Students entered the room one by one. The pointer was seated far away from the table. Each student drew a card at random from each box, told the pointer his or her answer (which consisted of either a numerical interval or a "yes or no" statement) and then he or she continued to the next box until the last one. If the student drew a blank card he or she had to choose an alternative from the sensitive question, otherwise he or she read the interval printed on the tagged card. The pointer just kept record of the answers. By this way the device allowed to estimate both categorical and quantitative data. A proportion of cards were tagged with 0 in order to estimate both the proportion of people who do not indulge in the sensitive behaviour and those who do it but did not show this characteristic during the period of time stated in the question.

Estimates for relative frequencies were obtained considering the middle point of each interval as an "i" value of Liu and Chow's technique. Let  $\tau$  be the total number of cards in each box,  $r$  the number of untagged cards,  $\lambda_i$  the proportion of students in the sample saying an interval which has "i" as its middle point, and  $\omega_i$  the number of tagged cards in the interval which has "i" as its middle point. Then an estimate for  $\Pi_i$ , the proportion of students in each interval, is given by

$$\Pi_i = (\tau/r) [\lambda_i - (\omega_i / \tau)]$$

and the estimated variance for the  $\Pi_i$ 's is given by:

$$V[\Pi_i] = (1 - n / N) (\tau/r)^2 [ 1 / (n-1) ] \lambda_i (1 - \lambda_i)$$

for  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ , provided that  $n$  is large enough. Because the  $\Pi_i$ 's are not independent variables the estimated covariance for each pair of them is given by:

$$\text{Cov}(\Pi_i, \Pi_j) = - (\tau/r)^2 (\lambda_i \lambda_j) (1 - n/N)$$

for  $i = 1, 2, 3, \dots, k$  and  $i \neq j$ .

By using these estimates, it is possible to obtain estimates for the mean and its related statistics for drug consumption. For instance, an estimate for the average consumption is given by:

$$\mu = \sum_i (m_i \Pi_i)$$

where  $m_i$  is the middle point for each interval in the distribution, for  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ .

The estimated variance of the consumption variable can be written in terms of the  $\Pi_i$ 's as follows:

$$\sigma^2 = [n / (n-1)] [ \sum_i (m_i^2 \Pi_i) - (\sum_i (m_i \Pi_i))^2 ]$$

where  $n$  is the sample size.

In addition, it is possible to obtain estimates which depend on position, i.e. percentiles, by the usual formula as follows. Let  $l_k$  be the lower limit of the  $k$ -th interval which contains the  $p$ -th percentile,  $w$  the width of this interval,  $n$  the sample size,  $F_{k-1}$  an estimate of the cumulative frequency preceding the interval containing the  $p$ -th percentile and  $f_k$  an estimate of the absolute frequency in this interval. So, the  $p$ -th percentile is given by:

$$P_p = l_k + w [ (pn - F_k) / f_k ]$$

where  $F_{k-1} = (\sum_{i=1}^{k-1} \Pi_i) * n$  and  $f_k = \Pi_k * n$

### The Standard Anonymous Questionnaire (SAQ)

This instrument consisted of a traditional anonymous questionnaire that 15 multiple questions regarding to drug consumption. Replicates of the five sensitive questions that appeared in the RRM procedure were included here. It was applied for comparison purposes.

### III. Sampling schemes implemented and data collection

The target population consisted of 1,969 freshman students attending one of two introductory courses of mathematics (Math 3171 or Math 3005) taught at the University of Puerto Rico at Mayagüez.

These courses are compulsory for beginners, just at very small proportion of these students (no more than 3%) are allowed to enter directly to more advanced courses. Therefore, this number represents almost the entire population of freshman students in that college.

For sampling purposes, this population was divided into three non-overlapping subpopulations of sizes 676, 616 and 678, respectively. Because of managerial reasons for the survey, the proposed Block Total Response (BTR) scheme was applied to the first subpopulation, the Randomised Response (RR) approach to the second subpopulation and the Standard Anonymous Questionnaire (SAQ) method to the last one. In the last two cases, random samples of sizes 373 and 527 respectively were drawn from the subpopulations. The BTR technique was applied to 660 students as a requirement of the design involved. The size of the sample drawn from the RR subpopulation represents approximately 61% of that population and the size of the sample drawn from the SAQ subpopulation represents 78%. Because of the sample size in each subpopulation, the finite population correction factor (fpc) will be included when estimating the variance of the estimates in each sample. For the subpopulation under the RR treatment, its fpc is 0.39 and for the subpopulation under the SAQ treatment, its fpc is 0.22.

Data was collected during the first semester of the academic year 1991-92. Undergraduate students in a social research course and post graduate students in statistics were trained as "interviewers" for each particular technique. As indicated before, each procedure had a covering letter and a set of instructions for the "interviewees" to follow.

**IV. Results**

**Estimates obtained when applying the proposed randomized response (RR) procedure**

To obtain estimates for the five sensitive questions established before, the formulae given under the RR procedures were applied (See Ch. 2 of thesis). The following tables summarise these results.

Table 1

Estimated Relative Frequency ( $\pi_i$ ) of Students by Daily Average of Alcohol Consumption in the Previous Week to the Survey

Daily average of cans of beer or drinks	$\hat{\pi}_i$	$\hat{V}(\hat{\pi}_i)$
0	0.59	$5 \times 10^{(-4)}$
1-3	0.21	$4 \times 10^{(-4)}$
4-6	0.13	$3 \times 10^{(-4)}$
7-13	0.04	$2 \times 10^{(-4)}$
No answer	.03*	$4 \times 10^{(-5)}$

\*9 Students did not answer the question

Table 2

Estimated Relative Frequencies ( $\pi_i$ ) of Students by Number of Times They Used Cocaine in the Previous Week to the Survey

Number of times cocaine was consumed during preceding week	$\hat{\pi}_i$	$\hat{V}(\hat{\pi}_i)$
0	0.91	$5 \times 10^{(-4)}$
1-3	0	$1 \times 10^{(-4)}$
4-6	0.03	$1 \times 10^{(-4)}$
7-13	0.03	$1 \times 10^{(-4)}$
14-24	0.02	$1 \times 10^{(-4)}$
25-31	0.01	$1 \times 10^{(-4)}$

Table 3

Estimated Relative Frequencies ( $\pi_i$ ) of Students by Aproximate Number of Times They Used Heroin in the Previous Week to the Survey

Number of times heroine was used during preceding week	$\hat{\pi}_i$	$\hat{V}(\hat{\pi}_i)$
0	1	$4 \times 10^{-4}$
1-3	-0.04*	$4 \times 10^{-5}$
4-6	-0.03*	$1 \times 10^{-4}$
7-13	0.02*	$1 \times 10^{-4}$
14-24	0.04*	$2 \times 10^{-4}$
25-31	0.01*	$1 \times 10^{-4}$

\*These curious values are discussed in chapter 6 of the dissertation.

Table 4

Estimated Relative Frequencies ( $\pi_i$ ) of Students by Number of Cigarettes of Marihuana Smoked Daily in the Previous Week to the Survey

Number of cigarettes of marihuana smoked daily during preceding week	$\hat{\pi}_i$	$\hat{V}(\hat{\pi}_i)$
0	0.90	0.0010
1-3	0.03	0.0005
4-6	0.06	0.0005
7-13	0.01	0.0004

Table 5

Estimated Relative Frequencies ( $\pi_i$ ) of Students by Drug Consumption in the Previous Week to the Survey

Drug consumption	$\hat{\pi}_i$	$\hat{V}(\hat{\pi}_i)$
Yes	0.04	$3 \times 10^{-4}$
No	0.96	$3 \times 10^{-4}$

The following table (table 6) shows estimates for the mean  $\mu$ , the variance of each variable, and the variance of the estimated mean,  $\hat{V}(\bar{x})$  for each variable which was obtained under the RR model.

Table 6

Estimated Means, Estimated Variance and the Estimated Variance of the Estimated Means by Variable

Variable	$\bar{x}$	$\hat{V}(x)$	$\hat{V}(\bar{x})$
Daily average of cans of beers or drinks drunk during preceding week	1.47	2.3186	0.006
Number of times cocaine was used during preceding week	1.11	6.8757	0.018
Number of times heroin was used during preceding week	1.01	8.7399	0.023
Daily number of cigarretes of marihuana smoked during preceding week	0.45	0.8697	0

**Estimation of the Drug Addiction parameters via the Standard Anonymous Questionnaire (SAQ) Procedure**

A standard anonymous questionnaire containing 15 multiple choice questions was applied to 527 students who represent 78% of the target subpopulation. Among the 15 questions, replicates of the five sensitive questions were included in the methods previously discussed.

A SAS program was designed to perform the calculations and cross-tabulations. Due to the nature of this instrument of inquiry, it was possible to differentiate between students who do not indulge in these sensitive behaviours and those who do.

The following tables (from table 7 to table 11) summarise the results for the whole target subpopulation to which the SAQ procedure was applied. Estimates are based on answers of both classes of students: those who do not indulge in these sensitive behaviours and those who do. In table 7 we present estimates for the means of the variables and their related statistics. We show from table 8 to table 11 the number and frequency distribution of students by drug consumption during the previous week to the survey. In those tables, when computing frequencies for the 0 value of the variable, we are considering both the students who do not indulge the respective sensitive behaviour and the students who do not indulge the respective sensitive behaviour and the students who do, but they did not commit that the previous week to the survey.

Table 7

Estimated Means, Variances and Variances of the Estimated Means of the Sensitive Variables Via the SAQ Procedure

Variable X	$\bar{x}$	$\hat{V}(\bar{x})$
Daily average of drinks or cans of beer consumed per student	0.928	$1.7 \times 10^{(-3)}$
Number of times cocaine was used per student during preceding week	0.020	$4.0 \times 10^{(-5)}$
Number of times heroin was used per student during preceding week	0.032	$1.0 \times 10^{(-5)}$
Daily number of cigarettes of marihuana smoked per student during preceding week	0.050	$1.0 \times 10^{(-4)}$
Proportion of students using drugs during 6 months prior the survey	0.037	$4.0 \times 10^{(-3)}$

Table 8

Frequency Distribution of Students by Daily Average of Drinks or Cans of Beer Intaken During the Previous Week to the Survey

Daily average of drinks or cans of beer intaken	Number of students	Relative frequency
0	382	.725
1-3	105	.199
4-6	24	.046
7-13	16	.030
Total	527	1

Table 11

Frequency Distribution of Students by the Daily Number of Cigarettes of Marihuana They Had Smoked the Previous Week to the Survey

Daily number of cigarettes of marihuana smoked	Number of students	Relative frequency
0	519	.985
1-3	6	.011
4-6	1	.002
7-11	1	.002
Total	527	1

Table 9

Frequency Distribution of Students by the Number of Times They Used Cocaine Previous Week to the Survey

Number of times cocaine was used	Number of students	Relative frequency
0	519	.996
4-6	2	.004
Total	521	1

Next table presents the frequency distribution for students by either consumption or non-consumption of drugs six month prior to the survey.

Table 12

Distribution of Students by Consumption of Drugs Six Months Prior the Survey

Drug Consumption	Frequency	Relative Frequency
Yes	498	.963
No	19	.037
Total	517	1

Table 10

Frequency Distribution of Students by the Number of Time They Used Heroin the Previous Week to the Survey

Number of time heroine was use	Number of students	Relative frequency
0	523	.992
1-3	3	.006
4-6	0	0
7-13	1	.002
Total	527	1

In table 13 we include estimates for the same variables that appear in table 7. However, these new estimates correspond just to the group of students who indulge in sensitive behaviours. As established before, it was possible to obtain these results because the SAQ procedure allows differentiation between this group and the group that does not participate in those behaviours.



Table 13  
Estimated Means, Variances and Estimated Variance of the Estimated Means by Sensitive Variable

Variable X	$\bar{X}_i$	$\hat{V}(X_i)$	$\hat{V}(\bar{X}_i)$
Daily average of drinks or cans of beer consumed preceding week to survey	1.80	6.4	0.024
Number of times cocaine was used during preceding week to survey	0.77	3.53	0.27
Number of times heroin was used during preceding week to survey	0.74	3.65	0.19
Daily number of cigarettes of marihuana smoked during preceding week to survey	0.93	3.92	0.14

By applying the conventional questionnaire we could obtain estimates about some variables that the indirect methods did not allow us to estimate. For instance, we could disaggregate drug consumption by sex, main reason for consuming alcohol and consuming drugs, main reason for not consuming alcohol and drugs, distributions of students by drug consumption etc. We proceed to summarise here the most relevant findings.

In our sample that consisted of 527 students chosen at random, 55.3% agree that the main reason for alcohol consumption by students is pressure of peers, but 26.4% think they do for pleasure. Regarding drug consumption, 36.8% out of 527 students think the main reason for drug consumption by students is pressure of peers, 28.2% agree they do by absence of moral values, and 15.8% think students who consume drugs

do because they feel low self-esteem. In the same sample of students, 52.2% reported have consumed alcohol at least once in their lives. The percent for consumption of cocaine, heroin and marihuana at least once in the life of the student were respectively: 3.6%, 4.4% and 6.3%.

Now, we summarise the most relevant findings regarding the distributions of these variables by sex of the student. We found that 16 out of 250 male students, i.e., 6.4%, report drugs consumption at least once during six months previous the survey. On the other hand, 0.6% of women (out of 265) report the same behaviour.

**Comparisons among two of the methods applied**

In the next tables we will compare the estimates obtained by two of the methods proposed.

Table 14  
Summary Table of Estimates Under Two of the Methods Proposed

Variable	Method I (RR)		Method II (SAQ)	
	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$\hat{\sigma}_{\bar{x}}$
Daily average of cans of beer or drinks	1.47	0.079	0.928	0.041
Number of times cocaine was used	1.11	0.136	0.02	0.006
Number of times heroin was used	1.01	0.153	0.032	0.003
Daily number of cigarettes of marihuana smoked	0.45	0.048	0.050	0.010
Proportion of students who used drugs several times six months previous the survey	0.04	0.017	0.037	0.004

## A Randomized Response Method

Test for comparing subpopulation means between two Rr method and the SAQ procedure were performed. Table 15 summarise the results obtained.

Anonymous Questionnaire (SAQ) procedure is not presented in this brief summary (see Chapter 6 of disertation for details). From the calculations of  $\hat{V}(\bar{X}_{SAQ})$ ,  $\hat{V}(\bar{X}_{BTR})$  and  $\hat{V}(\bar{X}_{RR})$  we

Table 15  
Diferences Between Means Estimated Under the RR  
and the SAQ Procedures and Their Statistical Significance

Variable	$\bar{X}_{(RR)} - \bar{X}_{(SAQ)}$	Error	$\mu_{(RR)} - \mu_{(SAQ)}$ significant? <sup>(1)</sup>	Evidence to conclude that:
Daily average of cans of beer or drinks	0.542	0.174	Yes	$\mu_{(RR)} > \mu_{(SAQ)}$
Number of times cocaine was used	1.09	0.267	Yes	$\mu_{(RR)} > \mu_{(SAQ)}$
Number of times heroin was used	.98 <sup>(2)</sup>	.30 <sup>(2)</sup>	Yes	$\mu_{(RR)} > \mu_{(SAQ)}$
Daily number of cigarettes of marihuana	0.4	0.096	Yes	$\mu_{(RR)} > \mu_{(SAQ)}$
Proportion of students using drugs 6 months prior the survey	0.003	0.034	No	$\pi_{(RR)} = \pi_{(SAQ)}$

<sup>(1)</sup> Tests of significance at  $\alpha = .05$

<sup>(2)</sup> Estimates based on curious estimates of frequency of heroin's consume obtained by the RR method

As observed in table 14, the estimated means by the RR method are higher than those obtained by the SAQ procedure, except in the case of the proportion of students who used drugs during six months prior to the survey, where the difference between the two estimates was nonsignificant. In table 15 we showed that all other diferences were statistically significant at a level  $\alpha = .05$ .

Furthermore, we found a general trend to overreport the value 0 of the sensitives variables and underreport their higher values. The only exception occurred in the case of heroin consumption, where the estimated proportion for the 0 value under the RR method is 1 and the estimated proportion by the SAQ method is .996. All these results are in agreement with some findings of Goodstadt and Gruson (1975) and Luetgart and Armstrong (1973) mentioned above. A comparison between proportions estimated by the Randomized Response (RR) Method and the Standard

conclude that the most efficient method among the three developed is SAQ, the second more efficient is RR and the less one is BTR.

### V. General Conclusions

- We developed a new version of the RR procedures that allow one to estimate proportions, the mean, the variance, percentiles and other statistics by using only one sample.
- We contributed to the theoretical foundations of the RR techniques by finding certain constraints that the proportions of "tagged" cards must satisfy.
- We compared two indirect methods of inquiry with a direct, traditional one, under the assumption that estimates on sensitive matters would be higher when using indirect procedures than when using direct ones

- Estimates obtained under the application of the RR method show its relative efficiencies higher variability compared to the SAQ method. This is a serious disadvantage of the RR method in particular and of the indirect methods of questioning in general. The estimates obtained by the BTR procedure also show higher variability than the RR and the SAQ methods.

- With regard to the Randomized Procedure implemented here, the estimates of the means of the sensitive variable are higher than those obtained by the traditional method. In the case of the proportion of students using drugs during the six months previous to the survey, estimates obtained by both methods do not differ significantly. These results are in agreement with some findings of previous works on this matter.

- With respect to the estimation of proportions, we found a tendency in the SAQ method to over-report the value 0 of the sensitive variable and under-report the higher values on intervals of the sensitive variable. Again, estimates obtained by the RR method behave in the opposite way: the proportions of students for the value 0 for three of the sensitive variables is less than the proportion reported under the SAQ procedure. The only exception was heroin, where both values are almost equal and, for intervals of higher values of the sensitive variables, show higher proportions under the RR method than those obtained by the SAQ method. This confirms findings of some previous studies on this matter.

#### **Conclusions about the Estimates**

- We estimate the daily average of cans of beers or drinks drunk by the students the previous week to the survey in 1.47, 1.54 and .928 under the RR, BTR and SAQ procedure.

- For the variable "Number of times cocaine was used during the previous week to the survey", the estimates for its average were respectively, 1.11, -0.52 and 0.02 by the RR, the BTR and the SAQ methods. The estimate from the RR method is significantly higher than the estimate obtained by the SAQ procedure. The negative sign that the BTR estimate shows is probably caused by the scaling problem.

- For the variable "Number of times heroin was used during the previous week to the survey", the estimates

for its average were respectively, 1.01, 0.22 and 0.032 for the RR, the BTR and the SAQ methods. When estimating this average by the RR method, we obtained some curious results (negative relative frequencies). After analysing the problem, as stated before, we found that the proportion of "tagged" cards must satisfy some constraints that in practice impose some guesswork by the researcher.

- Regarding the variable "Daily number of cigarettes of marihuana smoked during the previous week to the survey", the estimates for its average were respectively 0.45, .04 and .05 for the RR, the BTR and the SAQ methods. Again the estimate obtained by implementing the RR procedure is higher than the estimate from the SAQ method.

- With respect to the proportions of students who indulged in the sensitive behaviours during the previous week to the survey, we conclude that the estimates obtained by the RR method are comparatively much larger than the estimates from the SAQ procedure. We summarise this finding as follow:

- Regarding the alcohol question, the proportion estimated by the RR method was 0.41 vs. 0.375 for the SAQ procedure.

- Regarding the cocaine question, the proportion estimated by the RR method was .09 vs. 0.004 for the SAQ procedure.

- Regarding the heroin question, the proportion estimated by the RR method was 0 whereas the estimated by the SAQ procedure was 0.008.

- Regarding the marihuana question, the proportion estimated by the RR method was 0.10 vs. 0.015 obtained from the SAQ procedure.

*\* Professor of Mathematics, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus, Summary of one essay of his Ph.D. dissertation in Statistics, University of Wales, Great Britain.*

**Resúmenes de las tesis de maestría para los años 1995-96 y 1996-97  
Escuela Graduada de Economía, Universidad de Puerto Rico  
Recinto de Río Piedras**

*Gustavo Vélez, Brenda Caparrós y Yenai Reyes\**

En las próximas líneas se presenta un breve resumen cada una de las tesis de maestría del Programa Graduado de Economía de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, para los años académicos 1995-96 y 1996-97.

Los resúmenes referentes al año académico 1996-97 cubren solamente hasta diciembre de 1996. Esta breve reseña incluye el título de la tesis, su autor, la fecha de publicación y el objetivo de la investigación. Las tesis están disponibles en la Colección Puertorriqueña de la Biblioteca José M. Lázaro de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras y en la Unidad de Investigaciones del Departamento de Economía, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

**RESÚMENES**

---

**UN MODELO ECONOMÉTRICO PARA ESTIMAR LA INVERSIÓN PRIVADA EN CONSTRUCCIÓN EN PUERTO RICO**

Wanda M. Martínez Cotto (enero de 1996)

El propósito de esta investigación es formular y cuantificar un modelo de inversión privada en construcción en función del valor de los permisos privados para esta actividad. El mismo se estimará desde el tercer trimestre de 1986 hasta el primer trimestre de 1994. El modelo permitirá determinar si los permisos de construcción constituyen un buen indicador de la actividad de la construcción en Puerto Rico.

---

**LA FUSIÓN DEL BANCO POPULAR Y EL BANCO DE PONCE: UN ANÁLISIS DEL MODELO DE COTIZACIÓN DE ACTIVOS DE CAPITAL**

José R. Marrero Rivera (diciembre de 1995)

Esta investigación tiene el propósito de analizar la más importante transacción bancaria efectuada en Puerto Rico hasta la fecha: la fusión del Banco Popular de Puerto Rico con el Banco de Ponce en el 1990. El objetivo del estudio es investigar si hubo o no diferencia estructural en las acciones del BPPR antes y después de su fusión con el antiguo Banco de Ponce. La investigación persigue identificar los efectos de la transacción sobre el riesgo de mercado en las acciones del Banco Popular.

**EFFECTO DE LA SORPRESA MONETARIA EN LA TASA DE INTERES, TIPO DE CAMBIO Y TASA DE INFLACION EN LA REPUBLICA DOMINICANA**

Carlos A. Rodríguez Ramos (mayo de 1996)

Esta tesis tiene dos objetivos. Primero, determinar un modelo ARMA o ARIMA para calcular la sorpresa monetaria de la República Dominicana durante el período de 1983 al 1993, y evaluar diferentes modelos que se puedan utilizar para este propósito. Por otro lado, se examina el efecto, si alguno, de la sorpresa monetaria en la tasa de inflación, la tasa de interés y el tipo de cambio durante el período de estudio. El período bajo estudio comprende los años de 1983 a 1995 y éste a su vez es dividido en 5 partes, lo que le brinda al lector un adecuado trasfondo histórico sobre la actividad macroeconómica en el vecino país durante los pasados trece años.

---

**PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN DE ALGUNAS FACILIDADES DE LA VILLA OLÍMPICA DEL 2004 EN FACILIDADES TURÍSTICAS**

Luis Rafael Rodríguez (abril de 1996)

El objetivo principal de este trabajo es presentar el esquema global de la preparación y evaluación de un proyecto como un proceso. El proyecto planteado es el caso de la transformación de la futura Villa Olímpica de las Olimpiadas del 2004, en un proyecto turístico innovador. La idea propuesta va dirigida a presentar dos vertientes: en la primera la empresa privada asume la responsabilidad de la inversión y operación de las facilidades de la Villa Olímpica antes y después de las Olimpiadas, y el Gobierno es un facilitador de dicho desarrollo. En la segunda parte se vislumbra la posibilidad de que el gobierno, como en otras ocasiones, asuma la inversión y operación de las facilidades de la Villa Olímpica antes y durante la celebración de las Olimpiadas, y posterior a dicho evento se lleve a cabo el traspaso de algunas de las facilidades a la empresa privada mediante la venta de las mismas. Los hallazgos del estudio demuestran que el desarrollo turístico propuesto es rentable bajo ambos esquemas.

---

**LOS COSTOS SOCIALES DE LOS PROGRAMAS DE AJUSTE ESTRUCTURAL DEL FMI: EL CASO DE MÉXICO**

Edgar Rodríguez Ríos (diciembre de 1995)

El objetivo principal de este trabajo es identificar los costo sociales que han producido los programas de ajuste estructural que impone el Fondo Monetario Internacional como condición de préstamo de última instancia. El caso que se analiza es el de México durante el período de 1983 al 1992. Se investiga como se perjudicó la población de México, concretamente el efecto de estas políticas en la distribución del ingreso, la pobreza y otros indicadores de niveles de vida. Se analiza además el impacto de los programas de ajuste sobre otras variables macroeconómicas, tales como, los salarios reales, el nivel general de precios, y el nivel de empleo.

---

**LA PRIVATIZACIÓN COMO ALTERNATIVA ESTRATÉGICA PARA EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA EN PUERTO RICO**

Néstor Gregory Crespo (diciembre de 1996)

Este estudio analiza de manera crítica y objetiva la privatización como medio para expandir las inversiones en infraestructura y cómo la misma puede servir para encausar el desarrollo económico de los países. Se trata de demostrar que la privatización, como posible estrategia de desarrollo económico, puede servir como un refuerzo de la política pública destinada a resolver los problemas fiscales, burocráticos y de ineficiencia, que aquejan al sector público puertorriqueño.

---

**EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO DE AMÉRICA DEL NORTE: UN ANÁLISIS CRÍTICO DEL TRATAMIENTO DADO AL CAPITAL Y A LA MANO DE OBRA**

Gerardo A. Jirau Vázquez (diciembre de 1996)

Este trabajo es una investigación en donde se analizan los antecedentes históricos y teóricos que preceden al libre comercio en América del Norte y sus implicaciones objetivas. Se aborda el tema del tratamiento dado, dentro de la zona de libre comercio de América del Norte, a los factores de producción de capital y mano de obra. En el estudio se incluye el desarrollo teórico del comercio, desde el pensamiento clásico y las ventajas comparativas, hasta los preceptos teóricos modernos que plantean una intervención selectiva y controlada del Estado en la actividad comercial.

---

**EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE CAPITAL DE RIESGO DE PUERTO RICO**

Silvia M. Melecio Díaz (diciembre de 1996)

El objetivo de este trabajo es describir y analizar el estado actual y las perspectivas de la industria de capital de riesgo en Puerto Rico. Este análisis ha permitido investigar qué factores han limitado el desarrollo de esta industria en Puerto Rico. Se pretende exponer un cuadro amplio de la industria de capital en el país, con el propósito de incrementar la capacidad competitiva, a través de la atracción de capital que apoye oportunidades de inversión, incentive la canalización de las necesidades de financiamiento a través de los mercados de capital y aporte en la creación de más y mejores tipos de inversión.

---

**LA FISIOCRACIA DESDE EL DEBATE DE LA IDEOLOGÍA SABER-PODER**

Edwin R. Muñoz Arce (diciembre de 1996)

Esta tesis explica la fisiocracia desde el debate de la ideología saber-poder utilizando la conceptualización de Foucault. La investigación expone los acontecimientos que dieron paso a una diversidad de cambios drásticos en el orden social, político y económico, desde el ocaso de la monarquía absoluta y el fin de los últimos vestigios feudales. La tesis intenta demostrar que las diversas teorías, principios y conceptos de la escuela de los fisiócratas representa una racionalización del sistema imperante.

---

## EL DESARROLLO ECONÓMICO Y LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO EN PUERTO RICO 1949-1989

Juan Cruz Urbina (diciembre de 1996)

El propósito de este trabajo es analizar cómo ha cambiado la distribución del ingreso en Puerto Rico para las familias y personas durante el período de 1949 al 1989. Durante estas cuatro décadas Puerto Rico experimentó profundos cambios en sus estructuras socio-económicas. En este estudio se pretende analizar cuál ha sido la tendencia en la distribución de ingreso durante este período y cómo los cambios socioeconómicos han afectado la distribución del ingreso de las familias y las personas en Puerto Rico.

*\*Asistentes de Investigación, UIE*

---

### PRÓXIMO BOLETÍN DE ECONOMÍA

Vol. II, Núm. 3

enero-marzo 1997

Proyecto sobre el futuro económico de Puerto Rico .....	<i>Norman I. Maldonado</i>
E1 contexto económico actual .....	<i>José J. Villamil y Juan Lara</i>
Políticas tecnológicas en Puerto Rico: pasado, presente y futuro .....	<i>Jaime del Valle Caballero</i>
Política industrial estratégica, producción y empresas en Puerto Rico .....	<i>Maribel Aponte García</i>
Movilización de los recursos locales: el caso de la economía cooperativa .....	<i>Francisco A. Catalá Oliveras</i>
Los flujos financieros en Puerto Rico .....	<i>Leandro A. Colón y Francisco E. Martínez</i>
Hacia una política y desarrollo de una infraestructura de información y conocimiento para la implantación de la estrategia económica de Puerto Rico .....	<i>Eduardo Aponte</i>
Pobreza y desigualdad en Puerto Rico: problemas y alternativas .....	<i>Eduardo Kicinski y Orlando Sotomayor</i>
La población y la migración en Puerto Rico de cara al siglo 21 .....	<i>Jorge Duany</i>
Género y trabajo en Puerto Rico: desafíos para una política laboral .....	<i>Luz del Alba Acevedo</i>
Desarrollo y ambiente en Puerto Rico .....	<i>Ernesto L. Rodríguez</i>
Los procesos de urbanización y metropolización de San Juan: factores principales del consumo de espacio y de la configuración territorial de la sociedad puertorriqueña .....	<i>Carlos E. Severino Valdéz</i>
Apuntes hacia una política económica racional para la promoción de la salud pública en Puerto Rico .....	<i>Heriberto A. Marín</i>

## BOLETÍN DE ECONOMÍA

El Boletín de Economía es una publicación trimestral de la Unidad de Investigaciones del Departamento de Economía, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Los artículos son responsabilidad del autor por lo que no representan necesariamente las opiniones o posiciones de la Unidad de Investigaciones.

Unidad de Investigaciones Económicas  
Departamento de Economía  
Universidad de Puerto Rico  
Recinto de Río Piedras  
Apartado 23345  
San Juan, Puerto Rico 00931-3345  
Tel (787) 764-0000 Ext. 2451/ 2458  
Fax (787) 763-5599  
economia@rrpac.upr.clu.edu

### Junta Editora

Jaime Bofill Valdés

Jaime L. del Valle Caballero

### Colaboradores

José Israel Alameda

Elvia Pérez

Wilfredo Toledo

Wilfredo Camacho

Julio Quintana

Gustavo Vélez

Brenda Caparrós

Yenai Reyes

### Diseño Gráfico y Base de Datos

Fernando Medina Ortiz

Yenai Reyes

Maribel Rodríguez Rivera