



**Universidad de Chile**

**Facultad de Economía y Negocios**

**Escuela de Economía y Administración**

***“Una propuesta metodológica para intentar dilucidar la ambigua relación empírica entre la abundancia de recursos naturales y el crecimiento económico”***

**Seminario de título INGENIERO COMERCIAL, Mención Economía**

Por:

Pablo Antonio Gutiérrez Cubillos

Profesor Guía:

Eugenio Figueroa Benavides

Santiago 2010

La propiedad intelectual de este trabajo de investigación pertenece al profesor que dirigió este seminario

*Una propuesta metodológica para intentar dilucidar la ambigua relación empírica entre la abundancia de recursos naturales y el crecimiento económico.*

Por:

Pablo Gutiérrez Cubillos

Profesor guía:

Eugenio Figueroa Benavides

Resumen:

Este trabajo analiza la relación entre la abundancia relativa de recursos naturales de un país y su crecimiento económico.

La literatura reporta una relación ambigua entre estas variables. Aquí se constata lo mismo empleando análisis factorial dinámico para datos de la economía chilena correspondientes al periodo 2003-2010. Más aun, se muestra que la relación entre la dotación de recursos de un país y el crecimiento de su economía puede estar mediada por otras variables, como el tipo de cambios, real, la inflación y las exportaciones, entre otras, determinándose de este modo vías de interacción diversas y complejas entre variables, que finalmente determinan el signo de la relación estudiada.

Finalmente, se propone un modelo de siete ecuaciones simultáneas para intentar dilucidar los efectos directos e indirectos que la abundancia relativa de recursos naturales de un país puede tener sobre el crecimiento de su economía.

## Dedicatoria:

Ciertamente el proceso universitario está lleno de muchas experiencias enriquecedoras, y a las primeras personas que les voy a dedicar esta tesis es a mi familia, es decir a mi Madre: Isabel de las Mercedes Cubillos Urbina, a mi Padre: Pedro Antonio Gutiérrez Daza y a mi Hermanita: Beatriz Romina Teresa Gutiérrez Cubillos, quienes me han apoyado incondicionalmente en todo este proceso llamado crecimiento y gracias a ellos estoy escribiendo mi memoria de título.

En segundo lugar agradezco enormemente el apoyo que me ha brindado el profesor Eugenio Figueroa Benavides, quien ha sido un maestro con todas sus letras en la facultad, y de quien me ha enseñado mucho más de lo que pensé que podría aprender de un profesor, así como también me ha dado la oportunidad de aprender siendo su ayudante por tres años, por lo que ha sido un verdadero mentor en este hermoso proceso académico.

En tercer lugar agradezco el apoyo brindado por Carlos Henríquez, quien me ha enseñado a vivir más con el corazón y menos con la cabeza.

En cuarto lugar agradezco a los compañeros y compañeras de vida que he tenido, con estos uno vive, ríe, llora, y después del día comparte y crea eso llamado felicidad. Por lo que agradezco enormemente a Ricardo Gómez Caro, Nicole Banda Galarce, Alexis Salazar Vásquez, Claudia Mery Alba, Héctor Romero Cruces, Valeria Arias Padilla, David Araneda Reyes, Martín Coronado Atenas, Javiera Meneses Campusano, Wladimir Mendoza, Antonio Salinas, Felipe Oyarzún,

Sebastián Ramírez, Sebastián Gómez, Francisco Sepúlveda, Isabel Ortega Allan, Natalia Allan Bravo, Sol Henríquez, Asselina Habraken, Elio Montuschi Durán,.

En quinto lugar agradezco a mi toda mi extensa familia y entre ellos destaco a Manuel Valenzuela Daza quien me ha apoyado enormemente en mi desarrollo académico.

En sexto lugar agradezco a los funcionarios de la Universidad, quienes me han entregado las facilidades para poder realizar las actividades mucho más tranquilo, y acá voy a agradecer a la tía Amanda y a la tía Vero, además de Luchito el tío de la biblioteca.

En séptimo lugar a todos los profesores que han confiado en mí y de quienes he sido ayudante, entre ellos, Humberto Cipriano, Rodrigo Caputo, Felix Lizama, Rodrigo Alfaro entre otros.

Finalmente agradezco a Dios por haber tenido la oportunidad de poder estudiar una carrera que me entretiene.

## Introducción

En la literatura se ha estudiado la relación que existe entre la abundante dotación de recursos naturales de un país y su crecimiento económico, y se ha justificado que existe una relación negativa. Es decir, países que presentan dotaciones relativamente ricas de recursos naturales, presentan también menores tasas de crecimiento. Esta es la llamada “maldición de los recursos naturales”, que conmina a preguntarse si realmente existe o es el producto de un error de interpretación o alguna correlación espuria. Y si ella realmente ocurre, entonces cabe preguntarse, ¿por qué ocurre?, y si es una relación entre solamente recursos naturales y crecimiento, o hay algunos otros factores involucrados. Para países como Chile, que basan su desarrollo económico en la explotación de su amplia base de recursos naturales la pregunta es crucial, así como preguntarse también sobre cuáles son las políticas que los gobiernos deben implementar para evitar sufrir las consecuencias de la maldición de los recursos naturales. Estas son las preguntas que este trabajo de investigación intenta resolver.

Se parte con el problema de la maldición de los recursos naturales desde la perspectiva de la economía chilena, luego se hace una revisión bibliográfica de lo desarrollado en la literatura económica. Después se propone un modelo de ecuaciones simultáneas con el propósito de capturar y explicar la dinámica de la economía de Chile y de contrastar empíricamente la hipótesis de la maldición de los recursos naturales. Finalmente, se presentan las conclusiones

## Evidencia para Chile

Primeramente se emplea análisis factorial dinámico (ADF), utilizando información estadística sobre un grupo de cinco variables relevantes para analizar la información que los datos aportan directamente sobre cuál es la relación en Chile entre el crecimiento económico y los recursos naturales. La idea es no forzar a los datos a que se adapten a un determinado modelo pre establecido sino que ellos señalen si la dinámica del crecimiento efectivamente se conforma con la teoría económica o dan luces o aportan perspicacias para postular nuevas hipótesis alternativas.

Para caracterizar lo que ocurre en Chile con respecto a la abundancia de recursos naturales y su relación con el crecimiento económico, se ocupa la variable exportaciones, además de cuatro variables macroeconómicas con las que se estructura un modelo de predicción. Estas cuatro variables son: Crecimiento económico (medido por el IMACEC), inflación (medido por el IPC), tasa de política monetaria del Banco Central (TPM) y tipo de cambio real. No se plantea un modelo macroeconómico, sino que se ocupa la técnica econométrica llamada análisis factorial dinámico, para analizar la dinámica común del conjunto de cinco variables y definir componentes comunes a todas ellas que indican qué ocurre en un momento determinado con el conjunto de las variables así como las relaciones entre ellas.

Primero se determina el número de factores, y de las matrices de autocovarianza de la estabilidad de los valores y vectores propios<sup>1</sup>, definiendo que existen dos factores comunes a las series de tiempo de las cinco variables de interés, a los que se denomina  $y_1$  (primer factor) e  $y_2$  (segundo factor). Un factor corresponde a una variable formada por la combinación de las cinco variables estudiadas (cada factor construido corresponde a un estadígrafo “compacto” que resume la varianza temporal conjunta de las variables que lo conforman y “revela” las relaciones existentes entre éste y cada una de ellas. De esta manera los factores construidos entregan información valiosa respecto de las vías posibles en que las variables se relacionan y dependen entre ellas de acuerdo a la dinámica que muestran de manera conjunta a lo largo del tiempo), por lo que es posible hacer un gráfico de dispersión entre cada una de las cinco variables y cada uno de los factores construidos. De esta forma, la Figura 1 muestra las relaciones entre cada una de las cinco variables y el primer factor, mientras que la Figura 2 grafica la relación entre las cinco series y el segundo factor.

El primer factor construido parece revelar una relación negativa entre el crecimiento económico y las exportaciones, debido a que, al estar relacionado negativamente con el crecimiento económico (ver en Figura 1 el gráfico de  $y_1$  con IMACEC) y positivamente con las exportaciones (Figura 1, gráfico de  $y_1$  con exportaciones), se puede suponer, por transitividad, que existe una relación negativa entre crecimiento económico y exportaciones. Además, como este factor

---

<sup>1</sup> Ver Anexo para más información del procedimiento

está relacionado negativamente con el tipo de cambio real (Figura 1, gráfico de y1 con TCR), se puede señalar que este factor revela una relación entre las exportaciones, el tipo de cambio real y el crecimiento económico que conduce a la llamada “enfermedad holandesa<sup>2</sup>”.

Asimismo se observa que hay una relación positiva, entre el primer factor y la inflación (Figura 1, gráfico de y1 con IPC), y entre este factor y la tasa de política monetaria (Figura1, gráfico de y1 con TPM), por lo que en conjunto este factor parece revelar una dinámica simultánea que relaciona mayores exportaciones, con menor tipo de cambio, con mayor inflación, con mayor tasa de interés y menor crecimiento, cuya una explicación económica podría ser la siguiente: Si hay mayores ingresos debido a mayores exportaciones, habrá una mayor demanda por bienes no transables, por lo que aumentará su precio; esto hace que aumente la inflación, por lo que, dada la política monetaria existente en Chile, aumenta la tasa de interés, y esto hace que disminuya el crecimiento económico .

Es decir el AFD de los datos de las cinco variables en estudio parece indicar que estas variables se comportan conforme lo señala la teoría económica y, particularmente, la hipótesis de la “enfermedad holandesa”.

---

<sup>2</sup> Término empleado para señalar las consecuencias negativas que genera la apreciación de la moneda nacional provocado por un boom de recursos naturales.



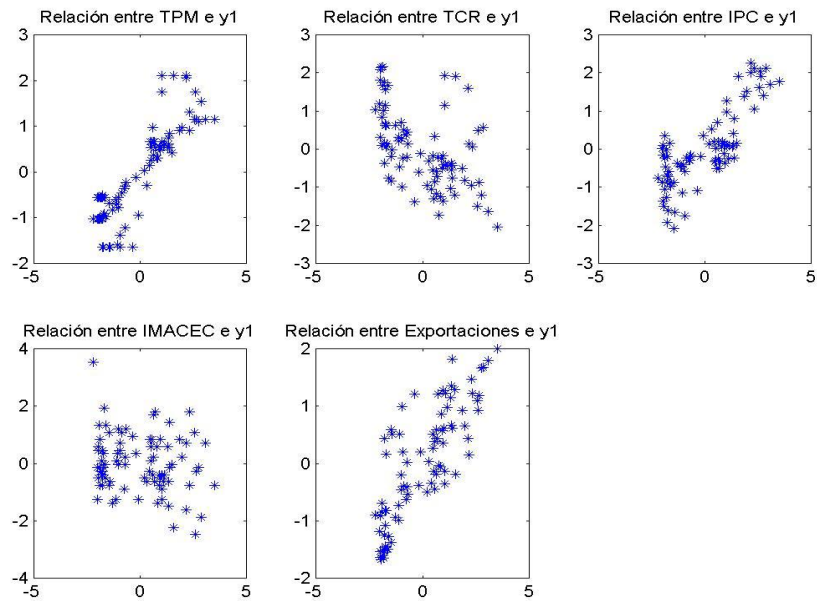


Figura 1: Chile: Relaciones entre el las cinco variables estudiadas y el primer factor construido mediante AFD (y1), años 2003 – 2010

Sin embargo, los datos estadísticos muestran que los mecanismos de interacción entre las variables antes descritas no constituyen toda la historia, ya que los mismos datos muestran que existe un segundo factor que señala otros mecanismos de relación entre las variables en estudio.

En efecto, el segundo factor construido (y2) revela una relación positiva entre crecimiento económico y exportaciones (ver en la Figura 2 los gráficos de y2 con IMACEC y de y2 con exportaciones) por lo que, contradiciendo lo descubierto por el componente 1 (y1), este componente 2 (y2) señala que habría otra vía de conexión dinámica entre estas variables en la economía que hace que ellas se relacionen positivamente. Una forma de explicar esta vía es que a medida que aumentan las exportaciones, se genera un mayor empleo de factores productivos

nacionales, lo que eleva el empleo, por lo que aumenta la demanda agregada. Además, se observa que el factor 2 se relaciona negativamente con el tipo de cambio, con la inflación y con la tasa de interés (gráficos de  $y_2$  con TCR, IPC y TPM, respectivamente), lo que podría explicarse de la siguiente manera: Las mayores exportaciones, explican que cae el tipo de cambio, lo que hace que los bienes importados disminuyan de precio, por lo que la inflación disminuye, esto último hace que se baje la tasa de política monetaria, lo que finalmente se traduce en un mayor crecimiento económico debido a que la disminución en la tasa de interés aumenta la demanda agregada.

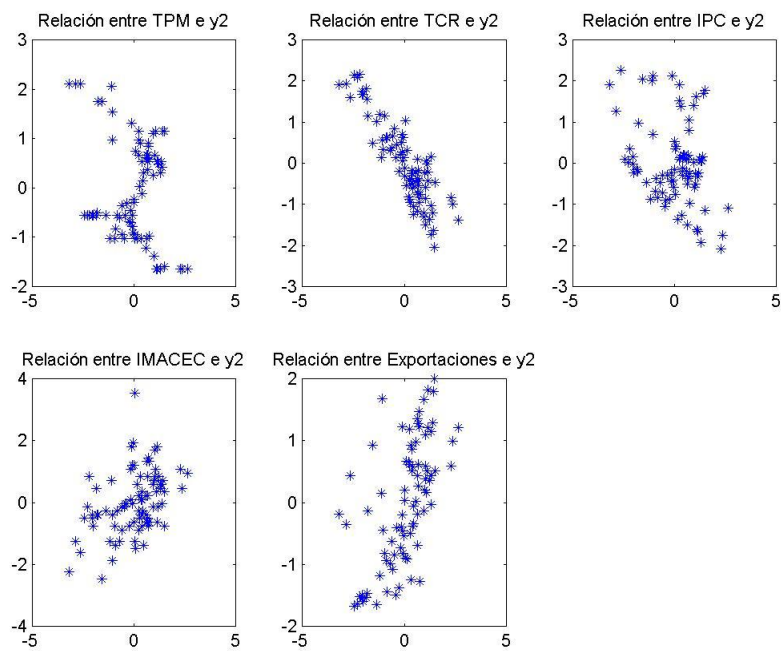


Figura 2: Chile: Relación entre las cinco variables estudiadas y el segundo factor construido mediante AFD ( $y_2$ ) años 2003-2010

La conclusión evidente del análisis factorial dinámico realizado es que el efecto sobre el crecimiento económico que provoca una abundancia relativa de la dotación recursos naturales del país que actúa aumentando las exportaciones, no es unidireccional, sino que aparentemente se verifica una serie de interacciones entre las variables que provoca un conjunto de efectos distintos, algunos de ellos incluso contradictorios, lo que hace el signo finalmente resultante de la relación entre la dotación relativa de recursos naturales y el crecimiento económico sea muy compleja de determinar. Dado lo anterior, a continuación se analiza la literatura económica referida a esta relación entre recursos naturales y crecimiento económico.

### Revisión Bibliográfica<sup>3</sup>

La literatura no es definitiva con respecto a la relación entre la abundancia relativa en recursos naturales y crecimiento económico de un país. En efecto, hay estudios que han encontrado que existe una relación negativa entre ambas variables, y otros que existe una relación positiva, lo que es congruente con el análisis factorial dinámico realizado en la sección anterior para la economía de Chile entre los años 2003-2010.

#### **Evidencia sobre la “maldición de los recursos naturales”**

Sachs y Warner(1997) encuentran evidencia de que una relación negativa entre dotación de recursos naturales y crecimiento se debe principalmente a un desgano productivo producido por la abundancia de recursos naturales, lo que hace del país un “Easy rich”. Adicionalmente, argumentan que se genera un conflicto de intereses al momento de decidir sobre la utilización de los ingresos tributarios producidos por la explotación de los recursos naturales y elegir entre tener ingresos hoy o invertir estos recursos en innovación industrial.

Sachs y Warner(1999), entregan evidencia adicional para respaldar su hipótesis de “la maldición de los recursos naturales”. Dicha evidencia se basa principalmente en la pérdida de externalidades positivas debido a la escasa

---

<sup>3</sup> Se agradece la ayuda de Alexis Salazar Vásquez en la confección de esta sección

interacción entre los insumos derivados de la extracción de recursos naturales y el sector industrializado. Para apoyar sus resultados se basan en el modelo de Matsuyama(1992) que divide la economía en dos sectores, un sector agrícola, y un sector manufacturero, y en el que el sector manufacturero presenta externalidades positivas debido a la disminución en costos generada por la acumulación de conocimiento y capital humano por la industria, es decir es externo a las firmas, por lo que hay un desarrollo productivo mayor mientras más tamaño posea la industria. Mas, este beneficio no es visto por las empresas individualmente, lo que hace que el tamaño de la industria sea menor al socialmente óptimo. De esta forma, como la extracción de recursos naturales incentiva un desarrollo sub-óptimo del sector productivo, se genera una cantidad también sub-óptima de externalidades positivas, lo que hace que la economía crezca menos de lo que podría hacerlo en ausencia de dicho incentivo que fomenta el desvío de factores productivos.

Gylfason(2001) expone la idea de que la abundancia de recursos naturales (llamada por el autor capital natural), tiende a desplazar al capital extranjero, al capital social, al capital humano y al capital físico, lo que hace que se estanque el crecimiento económico. La sustitución entre capital natural y capital extranjero, es inducida por la enfermedad holandesa, y por la volatilidad del tipo de cambio que se genera por las fluctuaciones en los precios de los recursos naturales.

El argumento de Gylfason(2001) para la sustitución del capital social se basa en los llamados 'buscadores de rentas', los que persiguen obtener beneficios económicos sin considerar el impacto social que sus acciones provocan, y

consiguen que los recursos tributarios no se utilicen en los sectores con mayor productividad, y/o con mayores beneficios sociales. El desplazamiento del capital humano se debe, por su parte, a los bajos incentivos políticos y privados que existen dado los altos ingresos no salariales que los recursos naturales generan, es decir, impuestos bajos, dividendos altos, y gastos sociales bajos, además de que la extracción de recursos naturales necesita intensamente de mano de obra no calificada, así como los booms salariales que se producen por el aumento en la demanda de trabajo no calificado hacen que los individuos tengan incentivos para dejar de acumular capital humano.

El desplazamiento del capital físico es provocado, según este autor, por la alta utilidad que reciben las empresas por tener la propiedad de los recursos naturales (que en sí es una barrera a la entrada de otras firmas, lo que significa que las empresas no poseen incentivos para estar produciendo al mínimo costo medio), y la consecuente explotación de los mismos, por lo que no hay incentivos para adquirir la mejor tecnología y tener el mayor capital físico posible.

Otro argumento que se entrega en la literatura para fundamentar la relación negativa entre abundancia de recursos naturales y crecimiento económico, se basa en la debilidad de las instituciones gubernamentales. Torres, Alfonso y Soares(2009), encuentran evidencia empírica de que los países con instituciones sólidas y con abundancia de recursos naturales presentan tasas de crecimiento positivas. Además, Torvik(2001) argumenta que es necesario que las instituciones gubernamentales generen mecanismos para que los recursos naturales participen

en el encadenamiento con el sector industrial y se generen externalidades positivas para que la economía crezca lo que debe.

Por último Bravo-Ortega y José De Gregorio(2005) (en lo sucesivo B&D) señalan que hay dos argumentos teóricos para explicar por qué los países con abundancia en recursos naturales presentan efectos negativos tanto en su crecimiento económico como en su desarrollo. Primero la debilidad de las instituciones gubernamentales y falta de fiscalización, generan condiciones para que los grupos de interés se enfoquen en la búsqueda de las rentas que generan los recursos naturales, provocando un desvío en la asignación de los recursos hacia actividades relativamente mucho menos productivas López (2003) y, Bulte, Damania y López (2007) argumentan lo mismo. Segundo, la pérdida de las posibles externalidades positivas que se producen en el proceso productivo, debido a los incentivos que generan las rentas de los recursos naturales.

El modelo que plantean B&D se basa en uno de Solow(1974), en el que el sector que explota los recursos naturales presenta retornos decrecientes al capital humano, mientras que el sector industrial presenta retornos constantes a escala. Estos supuestos llevan a concluir que el sector de recursos naturales usa un monto constante de capital humano (que no crece), mientras que el sector industrial puede sumar sin límites capital humano y crecer a tasas crecientes. De esta forma, el capital humano que tiene toda la economía se encuentra dividido entre el sector industrial y el sector de recursos naturales.

Los resultados empíricos llevan a los autores reafirmar que la abundancia de recursos naturales afecta negativamente al crecimiento económico, pero tiene un efecto positivo sobre el ingreso per cápita. Ellos también encuentran evidencia de una relación positiva entre capital humano y crecimiento económico después de controlar por abundancia de recursos naturales. Finalmente concluyen que los efectos negativos en el crecimiento económico producido por la abundancia de recursos naturales se basa en que el sector de recursos naturales utiliza factores productivos que podrían utilizarse en otros sectores donde son mucho más productivos, y así generar un crecimiento económico mayor. Finalmente los autores destacan la importancia del capital humano, pues si hay una abundancia de éste se puede revertir el proceso anteriormente descrito. De esta forma, países con abundancia en recursos naturales y poco capital humano dentro de su economía se verán afectados negativamente en su crecimiento, mientras que aquellos que incorporan mayor capital humano, pueden crecer rápidamente, lo que explica en parte la diferencia en crecimiento de los países escandinavos con respecto a los sudamericanos.

### **Evidencia de que existe una relación positiva entre abundancia de recursos naturales y crecimiento económico**

Brunnschweiler (2007) propone una nueva medición de la abundancia de recursos naturales. En la mayoría de los estudios, la variable a explicar y que, por lo tanto, se emplea como la variable dependiente de las regresiones reportadas,



corresponde a las exportaciones primarias divididas por el ingreso nacional, la que según esta autora está mal especificada por dos razones. En primer lugar, la variable de exportaciones de recursos naturales es muy volátil, por lo que en cualquier caso es preferible utilizar el promedio del período en vez del primer valor de éste, usualmente empleado en la literatura. En segundo lugar, uno debería esperar cualquier conclusión sobre la trampa de los recursos naturales y su incidencia en la medición de bienestar más empleada, que es el PIB per cápita. De esta forma, como alternativa para medir la abundancia de recursos naturales, en la literatura se propone separar las dotaciones de recursos minerales y no minerales.

Brunnschweiler (2007), exhibe resultados contradictorios a la literatura; es decir, resultados que indican que los recursos naturales, principalmente los minerales, tienen un efecto positivo en el crecimiento económico. Además encuentra que la abundancia de recursos naturales no afecta negativamente la fortaleza de las instituciones, desechando la hipótesis de los buscadores de renta.

En resumen, la revisión bibliográfica muestra que la literatura no es concluyente, y presenta distintos mecanismos por los que la abundancia de recursos naturales impacta al crecimiento económico. Variables como el capital humano, la corrupción, los grupos de poder, las instituciones gubernamentales y el gasto público son importantes e interactúan con los recursos naturales en determinar el crecimiento económico. Sin embargo, no está clara la dirección de los efectos de estas variables por lo que resulta útil plantear un modelo de ecuaciones simultáneas para intentar dilucidar cuáles son los efectos que los

recursos naturales tienen sobre el crecimiento económico y a través de qué vías se manifiestan.

## Un Modelo de ecuaciones simultáneas

La idea de desarrollar un modelo empleando un sistema de ecuaciones simultáneas se basa en que, como se ha apreciado a lo largo de la investigación, hay una compleja y teóricamente ambigua relación entre recursos naturales y crecimiento económico, y como se describió anteriormente, varios estudios han encontrado que existe una relación entre la dotación de los recursos naturales de un país, otras variables, y su crecimiento económico, pero no se ha determinado la dirección de causalidad en estas relaciones, por lo que cualquier estudio que emplee estas variables puede tener problemas de endogeneidad, lo que sesgaría los resultados si es que no se emplea un modelo de ecuaciones estructurales.

Otra bondad de utilizar un sistema de ecuaciones es que ello permite modelar algunos aspectos relacionados con la conducta de los individuos respecto del crecimiento económico, así como las posibles interacciones entre otras variables. De este modo, un sistema de ecuaciones podría permitir aislar de mejor forma el efecto de los recursos naturales controlando por el posible efecto de otras variables.

Finalmente, un sistema de ecuaciones permite hacer proyecciones para futuros periodos, por lo que permite analizar las políticas que se deben tomar para obtener los resultados deseados en el crecimiento económico.

## **Modelo de ecuaciones simultáneas propuesto para estimar**

### **1) Ecuación de recursos naturales**

La primera ecuación caracteriza la economía en términos de su apertura comercial y de la intensidad en recursos naturales de su comercio, para lo cual la variable dependiente será exportaciones de bienes primarios dividida por el tamaño de la economía. La primera hipótesis incluida al definir la ecuación es que los individuos extraen o emplean más recursos naturales mientras más beneficios obtengan de ellos; es decir, todo lo demás constante, entre mayor sea el tipo de cambio, mayor será la intensidad de los recursos naturales

La segunda hipótesis es que a mayor precio de los recursos naturales mayor intensidad de las exportaciones se observará. Para testear esta hipótesis, se generará un índice de precios que capture el precio promedio de los recursos naturales y que se caracteriza como un promedio del precio de los recursos, ponderado por la participación de cada recurso en las exportaciones del país.

La tercera hipótesis postula que mientras menor capital humano (medido como años de educación promedio) tenga un país, mayor es la extracción relativa de recursos naturales, ya que, la extracción de recursos naturales no es intensiva en trabajo calificado, de este modo si hay menor trabajo calificado, habrá un menor desarrollo de los demás sectores de la economía y la fuerza de trabajo se dedicará a la explotación de recursos naturales.

La cuarta hipótesis es que a menor industrialización (porcentaje de bienes secundarios producidos en el país), mayor el uso de los recursos naturales.

De esta forma la primera ecuación del modelo queda expresada de la siguiente manera:

Donde  $R_t$  representa los recursos naturales extraídos en  $t$ ,  $e_t$  representa el tipo de cambio en  $t$ ,  $P_t$  se refiere al índice de precios de los recursos naturales e  $I_t$  es el índice de industrialización.

## 2) Ecuación de Felicidad

Con el objetivo de aislar lo más posible el efecto de la abundancia de recursos naturales en la economía, se modelará el comportamiento de los individuos, por lo que se incluirá una ecuación de felicidad para luego conectarla con las otras variables.

Para medir la felicidad, se necesita información sobre la percepción de bienestar de los individuos, por lo que se define una escala que va de uno a cinco, y en base a esto se ve el promedio del bienestar de los individuos, y esto es lo que representa la felicidad promedio, un procedimiento similar se describe en Easterlin(2001). Por lo que se propone realizar una encuesta a nivel nacional y medir la felicidad en esta misma escala.

De acuerdo con Easterlin(2001) la felicidad de un individuo depende más de su ingreso relativo, por ende la primera hipótesis que se incluye es que si hay mucha desigualdad en la sociedad, habrá una menor satisfacción del individuo representativo.

La segunda hipótesis señala la felicidad está determinada por el logro o no de la meta de crecimiento en la economía; es decir, a mayor diferencia entre la meta de crecimiento y el crecimiento efectivo logrado, menor satisfacción.

Como tercera hipótesis se plantea que a mejor salud mental y a un ritmo de vida menos acelerado, mayor es la felicidad promedio. Para medir esto, se emplea el porcentaje de las personas afectadas de depresión en la sociedad, así como un índice que determine el ritmo de vida, y se emplea una combinación lineal de ambos.

La última hipótesis es que entre menor corrupción y mejor provisión de bienes públicos existe, mayor bienestar tendrá el individuo promedio. De esta forma se define la segunda ecuación del modelo y que explica la felicidad del individuo, es la siguiente.

Donde  $y_t$  es la felicidad del individuo representativo,  $x_t$  es la desigualdad en el periodo  $t$ ,  $z_t$  es la diferencia entre el crecimiento obtenido en  $t$  y la meta de crecimiento,  $w_t$  es el índice construido por salud mental y ritmo de vida,  $v_t$  es la

corrupción existente en la sociedad; y es una variable de gasto público en bienes públicos.

### **3) Ecuación de Corrupción**

Como se analizó en la revisión bibliográfica de más arriba, la corrupción es un factor que afecta al crecimiento económico y a la explotación de recursos naturales. La tercera ecuación del modelo explica esta variable. Para medirla se ocupará alguno de los rankings mundiales de corrupción existente.

La primera hipótesis será: si hay una mayor desigualdad, habrá una mayor corrupción, pues las presiones de los sectores económicos más vulnerables son menores, dado que poseen un poder relativo menor en las negociaciones, por lo que es más fácil que exista corrupción.

La segunda hipótesis es que si hay una mayor extracción de recursos naturales, y al mismo tiempo una alta desigualdad (ambas en conjunto), será más probable que exista una mayor corrupción pues hay menores incentivos para dirigir recursos públicos hacia proyectos en recursos naturales, en vez de proyectos en otros sectores más productivos. Esta hipótesis se testeará incorporando una variable multiplicativa entre desigualdad y recursos naturales.

La tercera hipótesis es que mientras menor es el capital humano de un país, más probable es que haya corrupción debido a que es más fácil que la corrupción pase inadvertida.

La última hipótesis es que, mientras mayor delincuencia (definida como la tasa de delitos cometidos por cada cien individuos) haya, más probable es que exista corrupción, debido a que es más común en la sociedad hacer trampas.

Así la tercera ecuación del modelo es la siguiente:

Donde  $CH_t$  es el capital humano en la economía existente en  $t$  y  $DL_t$  es la delincuencia existente en  $t$ .

#### **4) Ecuación de Desigualdad**

Como se acaba de ver, la desigualdad es una variable que afecta a varias variables en este modelo, por lo que es fundamental explicarla en el modelo; ella se medirá por el índice GINI.

La primera hipótesis señala que si existe un menor capital humano, mayor será la desigualdad debido a que los trabajos disponibles para la sociedad son de menor calificación, por lo que la remuneración será menor, y la remuneración de los individuos que poseen capital humano será mayor.

La segunda hipótesis postula que si hay un mercado de capitales imperfecto (variable que mide el porcentaje de créditos otorgado los tres primeros quintiles, del total entregado), mayor es la desigualdad pues hay menores



probabilidades de que los individuos inviertan dinero para generar sus propios negocios, así como es más difícil de que se invierta en capital humano.

La tercera hipótesis dice que si hay un menor empleo (definido como uno menos la tasa de desempleo), mayor será la desigualdad existente.

La cuarta hipótesis indica que entre mejor sea el sistema impositivo y menos evasión exista, menor será la desigualdad, esta variable será computada como el porcentaje de evasión tributaria que existe en la economía.

La quinta hipótesis es que a mayor gasto público en bienes públicos, menor será la desigualdad, dado que los individuos pueden ocupar el dinero que ahorran al utilizar bienes públicos en invertir en capital humano, o en emprender, lo que reduce la desigualdad.

Por lo que la cuarta ecuación queda expresada de la siguiente forma:

Donde  $\beta$  es una variable que representa el mercado de capitales,  $\gamma$  representa el empleo,  $\delta$  representa la tasa de evasión de impuestos y  $\epsilon$  el gasto público en bienes públicos.

## 5) Ecuación de Crisis internas

Si existe una mayor probabilidad de que haya una crisis interna, menor será el atractivo que presenta el país para que se generen inversiones en él, por lo que es relevante estimar la probabilidad de que un país tenga una crisis interna. Para modelar la variable de crisis interna, es decir situaciones como una huelga masiva, el colapso del sistema financiero, o un golpe de estado, se emplea una variable muda, que toma el valor de uno si se presenta cualquiera de los eventos anteriormente señalados y cero si no.

La primera hipótesis es que si existe una sostenida desigualdad en el tiempo, más probable es que ocurra una crisis interna, pues existirá más descontento social, por lo que es más probable que existan manifestaciones sociales. La segunda hipótesis explica que si hay una menor felicidad del individuo promedio, mayor será la probabilidad de que exista una crisis interna.

La tercera hipótesis señala que si existe un sostenido desempleo, mayor será la probabilidad de que exista una crisis interna.

La cuarta hipótesis dice que entre menor sea el cumplimiento de las metas de desarrollo, mayor es la probabilidad de una crisis interna. La quinta hipótesis supone que si hay una crisis económica externa (definiendo esta variable como una variable muda, con valor uno si hay crisis económica externa y cero si no hay) mayor es la probabilidad de que exista una crisis interna

La sexta hipótesis establece que a mayor delincuencia, mayor es la probabilidad de que exista una crisis interna. La última hipótesis plantea que a menor capital humano, mayor es la probabilidad de que haya una crisis interna.

Por lo que la quinta ecuación del modelo queda de la siguiente forma:

Donde  $\pi_t$  es la probabilidad de una crisis interna en el periodo  $t$  y  $\pi$  es una variable que representa si hay o no crisis económica externa.

## 6) Capital Humano

El capital humano está presente en muchas ecuaciones del modelo propuesto, y la revisión bibliográfica mostró que el capital humano se relaciona con la abundancia de los recursos naturales y el crecimiento económico por lo que es pertinente incorporar una ecuación en el modelo que explique esta variable.

La primera hipótesis señala si hay un sector de extracción de recursos naturales de gran tamaño en la economía, existen menores incentivos para los grupos de poder para fomentar la formación capital humano, por lo que la economía exhibirá menores stocks de capital humano.

La segunda hipótesis dice que mientras más probable es que exista una crisis interna, menor será el capital humano, dado que si hay una estabilidad

prolongada, es más probable que mejoren los procesos educativos, lo que se traduce en un mayor stock de capital humano.

La tercera hipótesis dice que si hay un mayor gasto público en educación, mayor capital humano existirá en la economía.

De esta forma, la sexta ecuación queda como:

Donde  $G_t$  es el gasto público en educación en  $t$ .

## **7) Crecimiento**

Finalmente la ecuación central del modelo propuesto explica el crecimiento económico. Esta ecuación permitirá estimar el efecto que la abundancia en recursos naturales tiene sobre el crecimiento económico, luego de corregir por endogeneidad y de controlar por las variables relevantes.

La primera hipótesis dice que el crecimiento económico está determinado por el empleo y el capital físico en la economía, si ambos suben, también sube el crecimiento.

La segunda hipótesis señala que a mayor capital humano, habrá mayor crecimiento, debido a la mayor productividad de la fuerza de trabajo y a las

economías de escala que se generan por una mayor disponibilidad de capital humano.

La tercera hipótesis dice que a mayor desigualdad, habrá menor crecimiento económico, ya que la productividad marginal del capital es decreciente, y por lo tanto a medida que el capital físico está concentrado en unos pocos, la productividad que generan las últimas unidades marginales de capital es menor a la productividad que generarían en manos de otros individuos que poseen un menor capital.

La cuarta hipótesis dice que a mayor corrupción, menor crecimiento económico, lo que se debe principalmente a que la corrupción genera ineficiencia en la utilización de los recursos, lo que esto se traduce en un menor crecimiento económico.

La quinta hipótesis dice que a mayor probabilidad de crisis interna, menor crecimiento económico, debido a que, si hay mayor inestabilidad social, hay menor inversión, y menor desarrollo de nuevas empresas, por lo que hay un menor crecimiento.

De esta forma la ecuación de crecimiento del modelo será:

Donde  $g$  es crecimiento.

Esta ecuación permite aislar el efecto que posee la abundancia de los recursos naturales sobre el crecimiento económico, así como generar predicciones para determinar las políticas a seguir.

Se propone que la estimación de este modelo se haga mediante mínimos cuadrados en dos etapas, y por SUR (ecuaciones aparentemente no relacionadas) para corregir por la posible correlación entre los errores de las distintas ecuaciones.

Los datos que son complejos de conseguir, son los referentes a la felicidad, pues no en todos los países hacen encuestas confiables que midan la felicidad del individuo promedio. También es complejo obtener una medida confiable para evasión tributaria, pues muchas veces los datos son estimaciones. Los demás datos están disponibles en instituciones como el INE, el Bancos central, la SBIF (Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras), el Banco Mundial, etc. De los documentos históricos disponibles en bibliotecas se puede obtener la información sobre crisis internas.

La estimación del modelo propuesto, conformado por el sistema de las siete ecuaciones antes analizado, será tema de un trabajo futuro que permitirá la estimación del coeficiente de la última ecuación del modelo y que entregará información sobre la influencia de la abundancia de recursos naturales de un país sobre su crecimiento económico.

## Conclusiones y futuras recomendaciones

El primer mensaje de este trabajo es que no existe evidencia concluyente respecto del efecto que la abundancia relativa en recursos naturales de un país tiene sobre el crecimiento de su economía. Más aún, dicho efecto parece estar condicionado por las interacciones entre la dotación de recursos naturales y otras variables, pero sobre cuyas formas y signos queda aún mucho por investigar. Esta conclusión es consistente con lo encontrado empíricamente para la economía chilena, y así como con las conclusiones del análisis factorial dinámico realizado aquí para la economía chilena en el periodo 2003-2010

En segundo lugar, de la bibliografía consultada, resulta evidente que los recursos naturales no afectan al crecimiento económico únicamente de forma directa, sino que también a través de su interacción con otras variables, como capital humano, corrupción, calidad de las instituciones, entre otras, estas interacciones explican además, que estimar empíricamente el efecto de la abundancia de los recursos naturales sobre el crecimiento de un país puede presentar complejos problemas de endogeneidad difíciles de resolver.

La tercera conclusión emanada de la revisión de la literatura reciente, es que parece haber espacio para que los gobiernos de países ricos en recursos naturales como Chile, diseñen e implanten políticas públicas para potenciar el crecimiento económico de sus economías. Algunas de estas políticas que parecen evidentes, se refieren a la educación, así como políticas que ataquen a la

corrupción, políticas impositivas, políticas que tiendan a disminuir la desigualdad y políticas que fomenten la industrialización.

Finalmente como desafío pendiente queda estimar el modelo aquí propuesto para Chile, y a la luz de sus resultados y las perspicacias generadas, elaborar propuestas que promuevan el crecimiento económico y aceleren el desarrollo económico del país.



## Bibliografía

Bravo-Ortega, y De Gregorio, The Relative Richness of the poor? Natural Resources, Human Capital and Economic Growth, Conference on Natural Resources and Growth, Banco central de Chile and The World Bank. Santiago, Chile, (2005)

Brunnschweiler, "Cursing the blessings? Natural resource abundance, institutions, and economic growth", ETH Zurich / University of Zurich, (2006).

Brunnschweiler, "The Resource Curse Revisited and Revised: A Tale of Paradoxes and Red Herrings", ETH Zurich / University of Zurich, (2007).

Bulte, Damania, y López, "On the gains of committing to inefficiency: corruption, deforestation and low land productivity in Latin America". Journal of Environmental Economics and Management (2007)

Easterlin, "Income and Happiness: Towards a Unified Theory", The economic journal (2001)

Gylfason, "Natural Resources and Economic Growth: What Is The Connection?", University of Iceland, Faculty of Economics and Business Administration, (2001).

Lopez, "Under-investing in public goods: evidence, causes, and consequences for agricultural development, equity, and the environment" *Agricultural Economics*, (2003).

Matsuyama, "Agricultural productivity, comparative advantage and economic growth", *Journal of Economic Theory* (1992).

Peña y Box "Identifying a simplifying structure in time series", *Journal of the American Statistical Association* (1987)

Sachs y Warner, "Sources of Slow Growth in African Economies", *Journal of African Economies*, (1997).

Sachs y Warner, "The big push, natural resource booms and growth", *Journal of Development Economics*, (1999).

Stijns, "Natural Resource Abundance and Economic Growth Revisited", University of California, Berkeley, Department of Agricultural and Resource Economics, (2001).

Solow, "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources". *Review of Economic Studies*, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, (1974)

Torres, Alfonso y Soares, "Natural resources, economic growth and institutions a panel approach", Faculdade de de Economia, Universidade do Porto, CEFUP, (2009).

Torvik, "Natural Resource Abundance and Economic Growth", Department of Economics, Norwegian University of Science and Technology, (2001)

### Anexo, Análisis Factorial Dinámico.

Sea un conjunto de  $k$  series de datos que están relacionadas, y se desea predecir las series en conjunto, una forma es hacer un modelo VAR, y en base a este realizar las predicciones, esto no siempre es útil pues hay veces en que el número de series es muy grande y a esto sumándole el número de rezagos que forman cada proceso autorregresivo, hace que el número de parámetros a estimar sea muy grande, por lo que es más difícil obtener la consistencia en la estimación lo que producirá predicciones inciertas.

Sin embargo hay una forma de disminuir la dimensionalidad del problema, la idea intuitiva es almacenar la información contenida en nuestras series, en un conjunto de “factores” que sean menores que la cantidad de series que deseamos estimar, sin embargo estos factores no son observables por lo que hay que estimarlos, por lo que existe un trade off entre menor número de parámetros a estimar y mayor incertidumbre con nuestra estimación.

#### Formalización del Problema

Sea un conjunto de series temporales en el tiempo  $t$ , se puede escribir estas series en función de y de un ruido estocástico.

En términos matriciales tenemos:

Con el Vector  $Z$  que contiene las  $k$  series, el vector  $Y$  que contiene los  $r$  factores, la matriz  $\Gamma$  que es de  $k \times r$ , que es la matriz de pesos, es decir, cual es la ponderación que posee cada factor en cada serie y  $\Phi$  es el polinomio de rezagos que contiene los parámetros y la cantidad de lags que posee el proceso autorregresivo de nuestra variable, por lo que el problema consiste en estimar  $Y$  y luego estimar  $Z$  a partir de las series que observamos.

### Procedimiento para estimaciones de los factores de Peña y Box(1987)

Sea  $Z$  un vector de  $k$  series de tiempo<sup>4</sup> y definimos  $\mu$  donde  $\mu$  es un vector de las medias de cada serie temporal, suponemos que las series están generadas por  $r$  factores  $\gamma$  y un  $\alpha$  y un error  $\epsilon$  que es un ruido blanco y que su matriz de varianza-covarianza posee rango completo.

Es decir:

El vector  $Z$  sigue un proceso autorregresivo de orden  $L$  y  $r$  dimensional de la siguiente forma:

Ahora, calculando la matriz de varianza y covarianza del proceso  $z$  en función de la matriz de varianza y covarianza del factor  $\gamma$ , Entonces tenemos:

---

<sup>4</sup> Las series deben ser estacionarias.

Donde  $P$  son los vectores propios de  $\Sigma$  y  $\Lambda(t)$  una matriz diagonal que contiene los valores propios de  $\Sigma$ . Dada esta descomposición se puede hacer una transformación canónica al modelo de la siguiente forma:

Donde  $P^{-1}$  es alguna inversa generalizada, y además elegimos  $\Lambda(t)$  de manera que  $\Lambda(t) = \Lambda$ .

De esta forma podemos obtener una estimación de  $\beta$  como  $\hat{\beta} = P^{-1} \hat{\beta}_c$ .

### **Elección del número de factores.**

Lo que se debe hacer primero es calcular numéricamente las matrices de auto covarianza del proceso, y calcular los valores y vectores propios de cada una de ellas, a partir de acá, lo que analiza es el tamaño y la estabilidad de cada valor y vector propio, a partir de este análisis se puede determinar el número de factores que explican la serie.

---

<sup>5</sup> Esto es cierto siempre que los factores sean independientes.

## Elección de los factores

Para el ejemplo presente en esta investigación, se tienen las siguientes matrices de autocovarianza.

Tabla 1: Matriz de autocovarianza de orden uno de las cinco variables macroeconómicas utilizadas en el análisis factorial dinámico.

$\Lambda$	182.7121	88.8655	12.5532	-10	7.4478
N	74.9424	-22.1716	66.5986	-15.4774	49.7076
	-9.717	61.5052	2.9344	-10.1359	-39.356
	67.6396	-15.126	75.2976	-15.3417	41.8793
	-23.7515	-10.6545	-24.1138	-2.4239	-3.8829
	36.4747	-57.3999	25.49	3.0856	72.2573

Tabla 2: Matriz de autocovarianza de orden dos de las cinco variables macroeconómicas utilizadas en el análisis factorial dinámico.

$\Lambda$	170.8395	72.8804	13.9147	8.9183	4.3152
N	67.3223	-30.0453	60.3357	-8.6554	53.2897
	-8.9271	47.2821	3.8131	-6.1533	-29.589
	63.3726	-20.3453	68.0711	-10.0057	46.6474
	-22.2911	-9.5831	-24.5637	19.8434	-10.148
	35.2927	-57.728	23.1566	1.9429	68.3492

Tabla 3: Matriz de autocovarianza de orden tres de las cinco variables macroeconómicas utilizadas en el análisis factorial dinámico.

$\Lambda$	157.1174	57.1765	6.4419	-3.4282	1.5368
N	58.7341	-36.8753	52.5172	-2.224	56.1568
	-8.5078	36.9649	4.3375	-3.1319	-24.319
	57.6504	-24.8921	59.7764	-5.3467	50.1717
	-20.3212	-4.965	-25.3428	-0.4864	-10.803
	34.5315	-56.1191	21.5441	3.952	63.8554

Tabla 4: Matriz de autocovarianza de orden cuatro de las cinco variables macroeconómicas utilizadas en el análisis factorial dinámico.

$\Lambda$	142.7293	44.0282	5.592	-0.9157	0.0195
N	49.6378	-43.2962	43.8578	1.6758	58.2615
	-8.1496	26.6538	4.7251	-3.9695	-19.883
	50.5597	-29.9066	50.7282	-2.9281	52.7409
	-18.2539	-0.4335	-25.6469	5.7083	-15.964
	34.1509	-53.4821	19.9977	1.6474	58.7253

Por lo cual, como el primer y el segundo valor propio conservan un tamaño relevante a lo largo del tiempo, además de que existe una estabilidad en los signos de los elementos de los vectores propios, hay dos factores comunes.