



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Ingeniería en Estadística Informática

**"Análisis Dinámicos de la Estabilidad de Variables
Macroeconómicas"**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de

INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

PRESENTADA POR:

María Elena Espinoza Morán



GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO - 2003

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios, porque me ha dado las facultades para cumplir mis objetivos y culminarlos

Para mi Director de Tesis, el Mat. Fernando Guerrero por su apoyo, ayuda y dedicación que me brindo para elaborar esta tesis y por su Amistad.

Además quisiera agradecer a toda mi familia y amigos que siempre me han apoyado y agradezco en especial al Ing. Pablo Álvarez que me ha alentado a seguir y me ha brindado su amistad incondicional. Agradezco también a todos los profesores que contribuyeron con mi formación académica y al Ing. Gaudencio Zurita que ha sabido ser una guía en nuestra carrera académica

Gracias.

DEDICATORIA

Dedico en especial esta página a mi madre, Margarita Morán que siempre me ha apoyado en los momentos difíciles y me ha guiado y aconsejado y por ser la mejor amiga que haya encontrado, a mi padre, Carlos Espinoza por todo su apoyo y a mis hermanos por que los quiero mucho.



CIB -ESPOL

Esta dedicatoria también tiene su espacio para mis amigos que siempre han estado en los momentos difíciles a Juan, Christian, Franklin, Anita, Lorena, Sandra, Rinna, Betsabeth, y Grace para que nuestra amistad perdure por toda nuestra existencia.

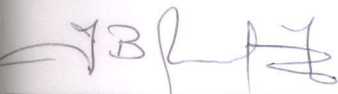
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Luis Rodríguez
PRESIDENTE



Mat. Fernando Guerrero
DIRECTOR DE TESIS



Mat. Johnny Bustamante
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



Maria Elena Espinoza Morán

RESUMEN

Para realizar el estudio, se emplearon datos proporcionados por el Banco Central del Ecuador, tomando como año base el Año 1975, estas variables que son: Producto Interno Bruto, Importaciones y Exportaciones.

En el primer capítulo se hace un breve enfoque de los conceptos macroeconómicos que son útiles para el trabajo; en el segundo capítulo se presentan algunos conceptos básicos de estabilidad y de sistemas dinámicos, estos conceptos son necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

En el tercer capítulo se presenta la descripción de las variables macroeconómicas que se utilizan; en el cuarto capítulo se hace el análisis de las variables macroeconómicas que son el objeto de estudio, y a partir de los resultados obtenidos se procede a realizar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
SIMBOLOGÍA.....	VI
ABREVIATURAS.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	I
I. ASPECTOS IMPORTANTES DE LA MACROECONOMIA.....	4
1.1. Definición de Macroeconomía.....	4
1.2. Equilibrio.....	5
1.3. Estática y Dinámico.....	6
1.4. El Principio Dinámico de la Economía Dinámica.....	7
1.5. El Sistema Económico.....	8
1.6. Los Mercados de Factores.....	9
1.6.1. Oferta.....	9
1.6.2. Demanda.....	9
1.6.3. Mercado.....	9

1.7	Los Sectores Económicos.....	10	
1.8	Ciclos Económicos.....	10	
2. TÉCNICAS DE SISTEMAS DINAMICOS.....			12
2.1.	Dinámica Simple de los Sistemas Autónomos.....	12	
2.2.	Relación entre tiempo continuo y tiempo discreto.....	15	
2.3.	Estabilidad.....	16	
2.4.	Diagramas de Fase.....	22	
3. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES MACROECONOMICAS.....			24
3.1.	Producto Interno Bruto.....	27	
3.2.	Definición de Importación	29	
3.3.	Definición de Exportación.....	30	
3.4.	Otras Variables Económicas Relacionadas.....	30	
3.5.	Descripción de los Datos.....	31	
4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....			34
4.1.	Sistema: Importación y Exportación.....	35	
4.1.1	Sistema trimestral	35	
4.1.2	Sistema Anual.....	38	
4.2.	Sistema: PIB y Exportaciones.....	41	
4.2.1	Sistema Trimestral	41	

4.2.2 Sistema Anual.....	44
4.3. Sistema. PIB e Importación.....	47
4.3.1 Sistema trimestral.....	47
4.3.2 Sistema Anual.....	50

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

SIMBOLOGÍA

v_i	Vector Propio
λ_i	Valor Propio del vector i
L_i	Coefficiente de Lyapunov del valor propio i
ρ	Coefficiente de correlación lineal
α_1	Tasa de variación del proceso
ε_n	Variable Aleatoria que recoge las perturbaciones no lineales
x^*	Punto de equilibrio
$f(x^*)$	Punto de equilibrio del sistema
x_n	Variable de tiempo
PIB	Producto Interno Bruto
P^*	Punto de Equilibrio del PIB
I^*	Punto de Equilibrio del Importaciones
E^*	Punto de Equilibrio del Exportaciones
R^2	Coefficiente de Ajuste lineal
A	Coefficiente de Matriz $n \times n$

I	Matriz Identidad
$\lim_{\Delta s \rightarrow 0}$	Función Límite
\dot{x}	Proporción de Cambio de la variable x
Δs	Intervalo de duración fija
$= \frac{dx}{ds} = f(x(s))$	Ecuación Newtoniana
$t + \Delta t$	Estado de Tiempo
$\int_t^{t+\Delta t} f(x(s)) ds$	Integración de los cambios instantáneos en el Intervalo
$\frac{x_{t+\Delta t} - x_t}{\Delta t} = f(x_t)$	Ecuación diferencial a intervalo
ζ_n	Factores Exógenos
I_{t+1}	Importación futura cercana
E_{t+1}	Exportación futura cercana
P_{t+1}	PIB futuro cercano
E_t	Exportación presente
I_t	Importación presente
P_t	PIB presente
Δt	Aproximación de Tiempo

$\phi(t)$

Solución de la ecuación

ABREVIATURA

- (E) SISTEMA DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES
- (E) SISTEMA DEL PIB Y EXPORTACIONES
- (I) SISTEMA DEL PIB E IMPORTACIONES

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Temporal Trimestral de las Importaciones, Exportaciones y PIB.....	31
Orbita Centrada Trimestral de las Importaciones y Exportaciones.....	35
Orbita Centrada Anual de las Importaciones y Exportaciones.....	38
Orbita Centrada Trimestral del PIB y Exportaciones.....	41
Orbita Centrada Anual del PIB y Exportaciones.....	78
Orbita Centrada Trimestral del PIB e Importaciones.....	83
Orbita Centrada Anual del PIB e Importaciones.....	88

INTRODUCCIÓN

La economía del país esta determinada por variables macroeconómicas las cuales miden la productividad y son las responsables de la política económica como: la Importación, Exportación y el PIB, las cuales en los últimos tiempos se han visto afectadas por fenómenos económicos y colapsados por eventos naturales.

Desde la década de los 70 en adelante, se observa claramente el efecto de tres shocks reales que afectaron a la economía ecuatoriana. El primero, a inicios de la década de los 70, producto del "boom" de las exportaciones petroleras; que originaron un crecimiento del PIB de 14,4% y 25,3% para 1972 y 1973 respectivamente.

El segundo shock fue consecuencia de las inundaciones que afectaron extensas zonas cultivables y a la infraestructura de todo el país, y que originaron una disminución del 2,8% en el PIB de 1983. Un tercer shock real que originó una caída del 6% en el PIB en 1987 fue la ruptura del oleoducto transecuatoriano que transportaba la mayor cantidad de

petróleo que exportaba el Ecuador, es por esta razón que los indicadores de crecimiento económico no deben ser observados de una manera aislada puesto que ellos se ven afectados por los resultados del periodo anterior.

Actualmente el Banco Central del Ecuador utiliza los precios de 1975 para calcular el PIB real. Sin embargo, a partir de ese año se han registrado cambios significativos en la estructura productiva. La economía que entonces basaba su funcionamiento en la agro exportación se transformó en petrolera y se registraron cambios en el aparato productivo con la incorporación de nuevas tecnologías para el consumo interno y la exportación.

Es por esta razón, que el estudio se realizó linealizando cada una de estas variables por medio de regresión lineal con un retardo para tratar de determinar el comportamiento intrínseco a través del tiempo de las variables macroeconómicas. Para esto se usaron métodos y conceptos de los sistemas dinámicos, estas ideas vienen siendo aplicadas recientemente a datos económicos en lo que se conoce como sistemas económicos complejos.

El propósito específico es estudiar la estabilidad de las variables económicas Importaciones, Exportaciones y el PIB y el equilibrio de estos múltiples sistemas, puesto que la estabilidad se considera como la propiedad cualitativa más importante de estos sistemas

Capítulo I

1. Aspectos Importantes de Macroeconomía

Para realizar este análisis, primero debemos tener en consideración que es necesario conocer algunos términos económicos que son fundamentales para el estudio del análisis dinámico de estabilidad de las variables macroeconómicas, como son , la macroeconomía , dinámica , estática , estados de equilibrio, que son los que vamos a describir a continuación.

1.1 Definición de Macroeconomía

La macroeconomía se ocupa del estudio del comportamiento global del sistema económico reflejado en un número reducido de variables como la producción total, el empleo, la inversión, el consumo. El propósito de la Macroeconomía es buscar la visión simplificada del funcionamiento de la economía en su conjunto que permita diagnosticar el nivel de la actividad económica integrado por una serie de mercados en los que supondremos que

existe competencia perfecta en todos ellos. La macroeconomía se centra en el estudio de las causas de una serie de variables clave que le permitan establecer objetivos concretos y diseñar la política macroeconómica.

1.2 Equilibrio

Cuando una cosa móvil o cambiante (variable dependiente) es afectada por un conjunto determinado de fuerzas (variables independientes), el efecto neto que éstas producen, en tanto sean constantes, puede llevar a una posición de reposo para la variable dependiente; este estado se denomina “**Estado de Equilibrio**”.

En el comportamiento económico, cada una de las unidades que toman decisiones individuales, unidad familiar, empresa como reacción a una serie de fuerzas determinadas busca el mejor nivel el objeto de su decisión, el cual constituye una posición de equilibrio para esa unidad. Así entonces los esfuerzos combinados de todas las unidades económicas individuales determinarán la posición de equilibrio de las magnitudes globales económicas.

1.3 Estática y Dinámica

Los términos “estática” y “dinámica” hacen mención a métodos analíticos diferentes:

Estático: Es el método que presume que todas las fuerzas que influyen sobre la variable dependiente, obran simultáneamente y determinan la posición de tal variable en ese mismo momento; es decir que todas las variables apropiadas para el análisis están relacionadas con el mismo periodo cronológico.

Dinámico: En este método, las variables pertinentes pueden tener relación en diferentes periodos cronológicos. Estas dos técnicas no indican situaciones de superioridad o inferioridad. Su utilización depende de los intereses del estudio. El análisis estático es tan válido como el dinámico; ahora bien, el análisis dinámico es importante en casos como:

- Existencia de retardos o rezagos.
- Importancia de las “expectativas”.
- En situaciones de “desarrollo”.

1.4 El Principio Dinámico de la Economía dinámica

Para realizar este análisis es muy importante saber el porque del principio dinámico y cuales son los patrones cualitativos de este y como se enlaza con la economía, y se describen a continuación.

Dinámica, es el estudio sistemático de cambio y las fuerzas que lo generan, esto intenta determinar como las cosas cambian, porque los cambios ocurren y las clases de cambios que deben pasar en el futuro, además determinar porque y donde las cosas no cambian y bajo que condiciones las cosas pueden persistir sin cambios en el futuro.

Economía Dinámica es el estudio sistemático de cambios económicos, esto es, el estudio de cambios en producción, mercado, consumo, precios. La Teoría dinámica de mercado esta preocupada del comportamiento de las fluctuaciones de precios.

Algunos patrones cualitativamente distintos de cambios pueden ser identificados, estos incluyen estados estacionarios, que repiten situaciones dadas infinitamente; estados periódicos o ciclos, en que situaciones distintas sean repetidas a intervalos exactos de

tiempo. Sin embargo son otros tipos de cambio que no son periódicos y no balanceados, y que no convergen a ser periódico o patrones balanceados, tales trayectorias son llamadas complejas. En particular la dinámica compleja incluye procesos que involucran fluctuaciones no periódicas y Ondulaciones que coinciden parcialmente.

El estudio sistemático de cambio puede ser comprendido en una variedad de maneras, la Dinámica Analítica involucra una percepción de hechos como un sistema de cosas interrelacionadas por una red de causas y efectos; para poder percibir cambios que pueden ser descritos en el paso del tiempo. La estrategia básica es la aplicación de este principio para poder identificar partes interrelacionadas de un sistema que influyen de alguna manera como la generadora de este comportamiento

1.5 El Sistema Económico

Concepto de Sistema Económico

Es un conjunto de elementos dinámicos que interactúan armónicamente obedeciendo a una relación de interdependencia.

Un sistema económico es un conjunto de instituciones encargadas de tomar decisiones económicas básicas y coordinar la actividad económica en una sociedad.

1.6 Los mercados de factores y de bienes y servicios

1.6.1 Oferta: Conjunto de bienes y servicios y/o factores de la producción que se ofrecen o venden en el mercado.

1.6.2 Demanda: Conjunto de bienes y servicios y/o factores de la producción que se necesitan o se compran en el mercado.

1.6.3 Mercado: Un mercado está constituido por la interacción de clientes y proveedores que determinan el precio de un artículo y la cantidad producida e intercambiada. Hay muchos mercados en una economía, por lo menos uno por cada bien o recurso, como el: Mercado laboral, Mercado bancario, financiero y/o bursátil, Mercados de bienes y servicios:

1.7 Los sectores económicos: Los Sectores económicos los clasificamos por su tipo de actividad como sigue: Sector primario (Agropecuario), Sector secundario (industrial), Sector terciario (Servicios)

El sector externo

- Un país se encuentra vinculado con el exterior a través de una serie de transacciones corrientes y financieras. Las transacciones corrientes comprenden tres clases:
 - Exportaciones e importaciones de bienes y servicios.
 - Ingresos originados en el uso de los recursos productivos nacionales que operan fuera del país y el pago por el uso de los factores productivos extranjeros que operan en el territorio nacional
 - Transferencias de los nacionales con el resto del mundo.

1.8 Ciclos Económicos

- Es un patrón temporal de expansión y contracción en la producción de bienes y servicios.
- Presentan una tendencia ascendente en la producción.
- No son uniformes ni en longitud ni en amplitud.

- Tiene cuatro fases: máximos, recesión, mínimo y recuperación.
- Los máximos y los mínimos son los puntos culminantes de un ciclo.
- Las fases de recesión y recuperación suelen crear problemas sociales y económicos.

Capítulo II

2. Técnicas de Sistemas Dinámicos

En este capítulo se analizará la estabilidad de sistemas lineales con base en su representación matricial de variables de estado.

Las descripciones siguientes son basadas en conceptos de Dinámica Económica Compleja (*Economía Dinámica Compleja de Richard Day*)

2.1 Dinámica Simple de Sistemas Autónomos

Para obtener el porque y como de los cambios complejos en la teoría económica se ha dado recientemente el tratamiento sistemático de las ecuaciones diferenciales que son tratadas usualmente como herramientas numéricas para solucionar Ecuaciones. Para analizar la estabilidad de modelos dinámicos, la ecuación diferencial lineal es necesaria.

Un sistema autónomo es cuando el sistema:

$$x' = Ax$$

En donde A es una matriz constante es el ejemplo más sencillo de un sistema autónomo bidimensional, puesto que no contiene de manera explícita a la variable independiente t para analizar de manera más efectiva el sistema se usa la notación matricial como sigue:

$$x_1' = a_{11}(t)x_1 + \dots + a_{1n}(t)x_n + b_1(t)$$

.

.

.

$$x_n' = a_{n1}(t)x_1 + \dots + a_{nn}(t)x_n + b_n(t)$$

Es decir se consideran $x_1 = \phi_1(t)$, ..., $x_n = \phi_n(t)$ como las componentes de un vector $x = \phi(t)$; de manera semejante, $b_1(t), \dots, b_n(t)$ son los componentes de un vector $b(t)$ y $a_{11}(t), \dots, a_{nn}(t)$ son los elementos de una matriz $A(t)$ de $n \times n$. Entonces la ecuación toma la forma:

$$x' = A(t)x + b(t).$$

El uso de vectores y matrices facilita los cálculos, también destaca la semejanza entre sistemas de ecuaciones. Se dice que un vector $x = \phi(t)$ es una solución de la ecuación si sus componentes satisfacen el sistema, donde supondremos que A y b son continuas sobre algún intervalo, $\alpha < t < \beta$, esto es suficiente para garantizar la existencia de soluciones de la ecuación en el intervalo.

Resolviendo sistemas de este tipo se busca soluciones de la forma:

$$\phi(t) = c_1 x^{(1)}(t) + \dots + c_n x^{(n)}(t)$$

Donde $x = \xi e^{rt}$, por sustitución de x en la ecuación $\frac{dx}{dt} = Ax$ se encuentra que:

$$(A - rI)\xi = 0$$

Por tanto r debe ser un eigenvalor y ξ un eigenvector correspondiente de la matriz de coeficiente A, en donde I es la matriz de identidad de n x n. Por tanto para resolver el sistema de ecuaciones diferenciales $x' = Ax$, es necesario resolver el sistema de ecuaciones algebraicas, que es aquel en que se determinan los eigenvalores y los eigenvectores de la matriz A.

2.2 Relación entre tiempo continuo y tiempo discreto

Suponemos un tiempo continuo $s \in \mathfrak{R}$ y Δs será un intervalo de duración fijado. Si x cambia continuamente y se suaviza con s podremos escribir:

$$\dot{x} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta s} = \frac{dx}{ds}$$

Donde $\Delta x = x_{s+\Delta s} - x_s$. La variable \dot{x} es la proporción de cambio de x con respecto al cambio. La ecuación de tiempo Newtoniana es

$$\dot{x} = \frac{dx}{ds} = f(x(s))$$

El estado de tiempo $t + \Delta t$ es entonces:

$$X(t + \Delta t) = x(t) + \int_t^{t+\Delta t} f(x(s)) ds$$

La ecuación mantiene que el cambio en el estado entre dos puntos de tiempo $t, t + \Delta t$ es el efecto acumulado o de integración de los cambios instantáneos en el intervalo. Suponemos que $\Delta t = 1$ entonces que t es una medida en una unidad natural (decir un año). Entonces:

$$x_{t+1} = \theta(x_t) = x_t + \int_t^{t+1} f(x(s)) ds$$

Donde $x_t = x(t)$. Entonces la ecuación diferencial de primer orden debe ser tomada como una medida de progreso de un sistema

continuo a intervalo de tiempo discreto. Existe un problema con estas interpretaciones, sin embargo. Retornando a la ecuación pero considerando la ecuación diferencial a intervalo Δt , la describiremos:

$$\frac{x_{t+\Delta t} - x_t}{\Delta t} = f(x_t)$$

Entonces: $x_{t+\Delta t} = \theta(x(t)) = x_t + \Delta t f(x_t)$

Entonces, $\theta(\cdot)$ no depende justo de x_t pero si de Δt porque $\Delta t f(x_t)$

Es una aproximación de $\int_t^{t+\Delta t} f(x(s)) ds$, el más grande (o más

pequeño Δt es una aproximación.

2.3 Estabilidad

Se considerara que en el proceso de la variable el futuro cercano x_{n+1} esta determinado por el proceso actual mediante factores endógenos determinísticos $f(x_n)$ y por factores exógenos aleatorios ζ_n . Se obtiene la siguiente formula dinámica del proceso:

$$x_{n+1} = f(x_n) + \zeta_n \quad (1).$$

Suponiendo el proceso lo suficientemente suave, para linealizarlo localmente alrededor de un punto x , la fórmula (1) se describe de la siguiente manera:

$$x_{n+1} = f(x) - x f'(x) + f'(x)x_n + [o(x_n - x) + \zeta_n]$$

Esto lleva a aproximar el proceso anterior mediante el siguiente modelo lineal:

$$x_{n+1} = \alpha_0 + \alpha_1 x_n + \varepsilon_n \quad (2),$$

Donde α_1 determina la tasa de variación del proceso debido a los factores endógenos, ε_n es una variable aleatoria que recoge las perturbaciones no lineales de los factores endógenos y los ruidos debido a los factores exógenos.

Si en el modelo (1) consideramos que no existen perturbaciones y la dinámica del proceso solo se debe a factores endógenos se tiene el modelo ideal:

$$x_{n+1} = f(x_n)$$

El proceso alcanzaría el equilibrio, si la dinámica debido a los factores endógenos mantendría el sistema en el mismo sitio, es decir, si el equilibrio se alcanzara en un punto x^* este se mantendría fijo por acción de los factores endógenos, es decir:

$$x^* = f(x^*) \quad (3).$$

Considerando esto para el modelo (2) se tiene que si $\alpha_1 \neq 1$, entonces existe el punto de equilibrio x^* ; y esta determinado por:

$$(4). \quad x^* = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_1}$$

Si $\alpha_1 = 1$ entonces no estaría definido el punto de equilibrio, pero si se reemplaza directamente en (2), y se considera la nueva variable ε'_n , como $\varepsilon'_n = \varepsilon_n + \alpha_0$, se tendría:

$$x_{n+1} = x_n + \varepsilon'_n,$$

es decir el proceso esta en una dinámica pseudo equilibrada la misma que se vería influenciada por las perturbaciones no lineales

de los factores endógenos, los ruidos debido a los factores exógenos además de una constante de nivel.

En el resto del trabajo se supondrá, a menos que se especifique lo contrario, que $\alpha_l \neq 1$ y que ε_n sigue una distribución normal centrada con varianza σ_ε^2 : $\varepsilon_n \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Estas suposiciones indicarían que se van a considerar procesos no pseudo equilibrados, en los cuales las perturbaciones se deben principalmente a los ruidos producidos por los factores endógenos y las perturbaciones no lineales de los factores endógenos, los mismos que tenderían a equilibrarse.

Considerando que el proceso del sistema (2) comienza en un estado inicial x_0 , el proceso se puede describir de la siguiente forma explícita:

$$x_n = x^* + (x_0 - x^*) \alpha_l^n + \varepsilon_n \quad (5)$$

Donde $\varepsilon_n \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, con

La ecuación (5) esta expresando que en el proceso las desviaciones iniciales del punto de equilibrio $(x_0 - x^*)$ crecen o decrecen en forma exponencial, debido a las fuerzas endógenas del sistema.

Es de observar que si el proceso alcanza el punto de equilibrio en x_n , es decir: $x_n = x^*$, las desviaciones del proceso del punto de equilibrio son debido a las perturbaciones generadas por ε_n , y no, como se pensaría, por ϵ_n ; es decir:

$$x_{n+1} - x^* = \varepsilon_n$$

Así, si en el modelo (1) consideremos que el punto de equilibrio se alcanza en x_n , es decir: $x_n = x^*$, tendríamos que mientras los factores endógenos mantendrían este estado en el tiempo, los factores exógenos de hecho están perturbando este equilibrio.

Suponiendo el proceso lo suficientemente suave, para linealizarlo localmente alrededor de un punto x^* , y despreciando las perturbaciones se tiene:

$$x_{n+1} - x^* = f'(x^*)[x_n - x^*],$$

Es decir que las desviaciones del punto de equilibrio son localmente amplificadas o atenuadas por la variación del proceso en x^* , $f'(x^*)$, debido a los factores endógenos. Así se tiene que los factores endógenos tienden a atenuar el efecto de los factores

exógenos si $|f'(x^*)| < 1$, y tienden a amplificar dicho efecto si $|f'(x^*)| > 1$. Por esto se dice que el punto de equilibrio del sistema (1) es estable si $|f'(x^*)| < 1$, y se dice que es inestable si $|f'(x^*)| > 1$.

Aplicando esto al sistema (2) se tendría que el punto de equilibrio es estable si $|\alpha_1| < 1$ y es inestable si $|\alpha_1| > 1$. Es de notar que en el sistema (2), la estabilidad no depende en realidad del punto de equilibrio, debido a que es un sistema lineal.

La convicción de este comportamiento hacia una región de equilibrio, esta sujeta a la suposición de que los factores endógenos atenúan de manera relevante las perturbaciones debidas a los factores exógenos. Por otra parte la rapidez de la convergencia se vería influenciada por la forma en que tan fuerte es el atenuamiento.

Para poder medir estas características cualitativas en forma cuantitativa y a fin de poder comparar comportamientos estables e inestables en una escala apropiada, es que se define el exponente de Lyapunov, L , del proceso del sistema (1), como:

$$L = \ln |f'(x^*)| \quad (7).$$

El exponente de Lyapunov L nos permite clasificar el proceso como estable si $L < 0$ y como inestable si $L > 0$. Además de ello nos permite comparar la fuerza de la dinámica entre dos procesos diferentes, no necesariamente los dos estables o inestables.

Aplicando esto al sistema (2) se tendría que:

$$L = \ln |\alpha_j| \quad (8).$$

2.4 Diagramas de Fase

Los diagramas de fase son una gran herramienta usada en los sistemas dinámicos, ya que permiten observar el comportamiento cualitativo estructural de un sistema. De igual forma estos diagramas al aplicarlos al estudio de variables macroeconómicas permiten observar un comportamiento cualitativo generalmente en un modelo lineal.

Generalmente en el sistema, se desconoce la forma como las fuerzas endógenas actúan en el proceso, solo se tiene una traza de las observaciones dada por los datos. Con el fin de visualizar

este comportamiento de estos modelos se suele graficar X_{n+1} versus X_{n-t} , esta herramienta se la conoce como diagrama de fase. Esta técnica grafica la dinámica del futuro cercano, X_{n+1} explicada por un presente o pasado cercano, X_{n-t} ; debido a esto, uno de los diagramas de fase más usado es el de X_{n+1} versus X_n es decir del futuro cercano, X_{n+1} , explicado por el presente, X_n .

CAPITULO III

3. Descripción de Variables Macroeconómicas.

A continuación se describirá las variables a ser utilizadas en el estudio, las cuales son el: Producto Interno Bruto, Importación y Exportación.

La macroeconomía es la disciplina que estudia en profundidad la economía agregada, por lo tanto, sus elementos básicos necesitan ser medidas agregadas de los diferentes componentes de la actividad económica. Además es necesario definir que es la producción y definir las componentes de la misma.

Producción: actividad económica dedicada a obtener bienes y servicios a partir de la utilización de los factores de la producción existentes para satisfacer las necesidades de la sociedad. El total de los pagos que se originan en el sistema productivo por concepto

de la utilización de los Factores Productivos, se constituye en el INGRESO AGREGADO DE LA ECONOMIA, que es recibido por:

1. Familias (ingreso personal), en forma de salarios, sueldos, rentas, intereses, utilidades y dividendos.
2. El gobierno, por concepto de impuestos, tasas, multas.
3. Las empresas: ganancias.
4. Resto del Mundo (transferencias).

Por otra parte, el total de los bienes y servicios producidos por una economía (empresas) con la utilización de los diferentes factores de la producción, se denomina: PRODUCCION AGREGADA DE LA ECONOMIA O PRODUCTO INTERNO BRUTO –PIB-

Por otra parte, el total de los bienes y servicios producidos por una economía (empresas) con la utilización de los diferentes factores de la producción, se denomina: PRODUCCION AGREGADA DE LA ECONOMIA O PRODUCTO INTERNO BRUTO –PIB-

Si se tiene en cuenta que entre la producción agregada y el ingreso agregado debe haber una igualdad, entonces:

Ingreso Agregado = Producto Interno Bruto

- **Consumo**: Con los ingresos obtenidos las familias y las empresas consumen bienes y servicios. Aquí se produce una corriente real de bienes y servicios y una corriente monetaria (pago por el disfrute de los bienes y servicios).
- **Acumulación o inversión**: Es la actividad económica dedicada a la reposición o ampliación de los bienes de producción que conforman la economía.

De acuerdo con el punto de vista macroeconómico, las Familias con la fuente básica de financiación de la Inversión Real. El aumento total del conjunto de bienes y servicios producidos lo mide el Producto Nacional Bruto (PNB) o Renta. Entonces es necesario definir que es el PNB

EL PRODUCTO NACIONAL BRUTO es el valor total del ingreso que perciben los residentes nacionales en un período determinado de tiempo. En una economía cerrada, el PIB y el PNB deberían ser iguales.

En todas las economías, algunos de los factores de producción son propiedad de extranjeros. Por lo tanto, parte del ingreso percibido por el trabajo y el capital en la economía en realidad pertenece a extranjeros.

El **PNB** mide el ingreso de los **residentes en la economía**, sin importar si el ingreso proviene de la producción interna o de la producción exterior en un período determinado de tiempo

PNB = PIB + Ingresos en el exterior – Ingresos de los extranjeros dentro del Estado

Por lo tanto es necesario definir que el PIB que se presenta a continuación:

3.1 EL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

PRODUCTO INTERNO BRUTO: Es el valor total de la producción corriente de bienes y servicios finales dentro del territorio nacional durante un período de tiempo que generalmente es un trimestre o un año. Ya que una economía produce gran número de bienes, el PIB es la suma de tales elementos en una sola estadística de la producción global de los bienes y servicios mencionados. Esta

magnitud puede ser calculada sumando el consumo, la inversión y las exportaciones y restando las Importaciones.

Dicha medida generalmente se expresa en una unidad de medida común, que generalmente es una unidad monetaria. **La cifra del PIB engloba la producción corriente de bienes finales valorada a precios de mercado.**

Cuando se habla de **producción corriente** de bienes finales se excluyen los artículos revendidos o comprados en un período anterior. Cuando se habla de **bienes finales** se entiende que no pueden ser contabilizados los insumos o las materias primas y que se consideran los productos finales: Si elaboramos Pan, para el PIB, se contabilizará el precio final del producto, y se dejarán de contabilizar los insumos (harina, leche etc)... Como es lógico, la forma de contabilizar los productos es fundamental para llegar a un valor cierto o aproximado de la realidad económica. La primera es por el **producto**, contabilizando solamente el precio de los bienes finales de todos los sectores y sumarlos.

Para terminar: El PIB, puede considerarse como: la suma de todas las compras **finales** en la economía o la suma del valor agregado de **todas las empresas** en la economía que es

equivalente a todos los ingresos de factores de producción; "capital y trabajo".

De esta manera las variables mas importantes que van a intervenir en la producción total y de consumo nacional son: el Producto Interno Bruto (PIB), las Exportaciones e Importaciones que son las variables de interés de nuestro estudio, que van a verse afectadas directamente por fuerzas que determinan la actividad económica que son las: La Demanda y la Oferta. Es también muy necesario definir las variables macroeconómicas de Importación y Exportación que se presentan a continuación:

3.2. Importación

Se define como la adquisición de bienes o servicios procedentes de otro país. El concepto se puede aplicar también a capitales o mano de obra. Por su naturaleza, la importación es un hecho fundamentalmente económico que corresponde al desarrollo de la actividad privada de los particulares; la acción de importar no puede realizarse sin el concurso, la participación y la supervisión del Estado, desarrollados por los diversos organismos y funcionarios llamados a intervenir en el proceso.

3.3 Exportación

Se define como la venta o salida de bienes, capitales o mano de obra, etc. Del territorio nacional hacia terceros países. El valor monetario de las exportaciones se registra en la Balanza de Pagos, las exportaciones requieren de una simple declaración. En la actualidad no existen restricciones al comercio exterior; tampoco existen restricciones para la comercialización de divisas ni para las importaciones y exportaciones. Es necesario dar a conocer que los valores monetarios de estas variables que se encuentran registradas en la balanza de pago, la cual contabiliza las obligaciones y derechos del país.

3.4 Otras variables macroeconómicas relacionadas

La balanza comercial registra simplemente el comercio de bienes. Si se añade el comercio de servicios y las transferencias, llegamos a la balanza por cuenta corriente.

Un incremento de la renta empeora la balanza comercial, y un incremento del tipo de interés aumenta las entradas de capital y

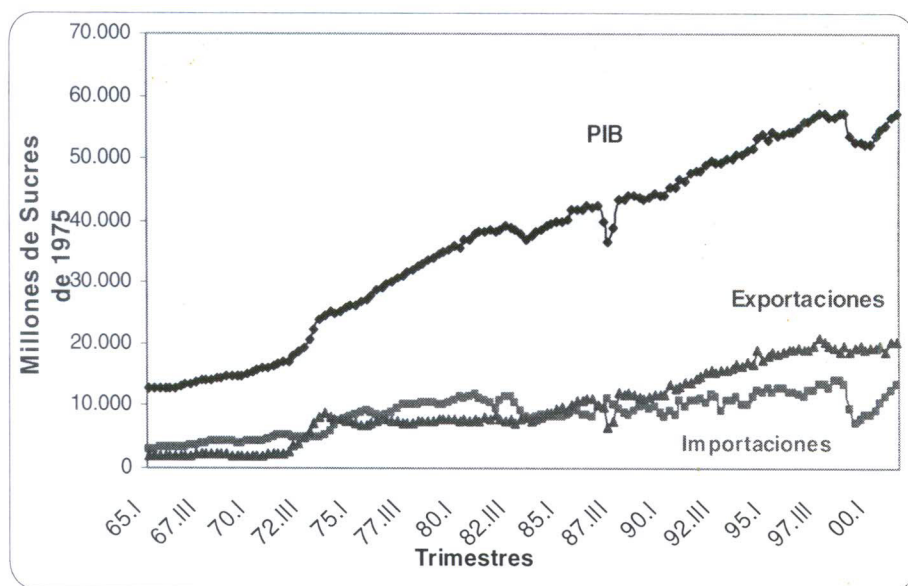
mejora, de esta forma, la cuenta de capital. De ello se deduce que cuando aumenta la renta, un incremento de los tipos de interés podría mantener la balanza de pagos global en equilibrio. El déficit comercial se financiaría con una entrada de capitales.

Si aumenta el nivel de renta, las exportaciones netas disminuirán a medida que se eleva la demanda interior, teniendo así a empeorar la balanza de pagos, que es algo que el país quiere evitar.

3.5. Descripción de los Datos

Actualmente el Banco Central del Ecuador utiliza los precios de 1975 para calcular el PIB real. Para el análisis que realizaremos de estabilidad emplearemos datos macroeconómicos proporcionados por el Banco Central como: el PIB, Importación y Exportación proporcionadas en forma trimestral desde el año 1965 hasta el segundo trimestre del 2001 y anual desde el año 1965 hasta el año 2000 en millones de sucres del año 1975(monedas constantes), del Ecuador que se encuentran en el anexo 1 y anexo 2

GRÁFICO 3.1
EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL PIB, IMPORTACIONES Y
EXPORTACIONES DEL PRIMER TRIMESTRE DE 1965
HASTA EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2001



Como se presenta en el grafico temporal se puede apreciar los cambios que han sufrido las variables macroeconómicas desde la década de los 70 en adelante, se observa claramente el efecto de tres shocks reales que afectaron a la economía ecuatoriana. El primero, a inicios de la década de los 70, producto del “boom” de las exportaciones petroleras; que originaron un crecimiento del PIB de 14,4% y 25,3% para 1972 y 1973 respectivamente.

El segundo shock fue consecuencia de las inundaciones que afectaron extensas zonas cultivables y a la infraestructura de todo el país, y que originaron una disminución del 2,8% en el PIB de 1983. Un tercer shock real que originó una caída del 6% en el PIB en 1987 fue la ruptura del oleoducto transecuatoriano que transportaba la mayor cantidad de petróleo que exportaba el Ecuador, es por esta razón que los indicadores de crecimiento económico no deben ser observados de una manera aislada puesto que ellos se ven afectados por los resultados del periodo anterior.

Capítulo IV

4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Para un mejor análisis se ha determinado hacer diferentes sistemas de forma anual es decir acumulando en un año y trimestral con un retardo analizando trimestre a trimestre de las variables macroeconómicas que se nos provee, realizando los siguientes sistemas entre dos variables esto significa que tenemos seis diferentes sistemas:

A continuación se harán los análisis para cada tipo de sistema:

1. Sistema Importación y Exportación denotado como (I, E) que se realizarán de forma trimestral y anual.
2. Sistema PIB y Exportación denotado como (P, E) que se realizarán de forma trimestral y anual
3. Sistema Importación y PIB denotado como (I, P) que se realizarán de forma trimestral y anual

4.1 Sistema : Importaciones y Exportaciones

Los siguientes sistema que se presentan a continuación es el de Importaciones y exportaciones (I, E) que se realizó a un retardo de forma trimestral desde el año 1965 hasta el segundo trimestre del 2001 y anual desde el año 1965 hasta el año 2000.

4.1.1 Sistema Trimestral

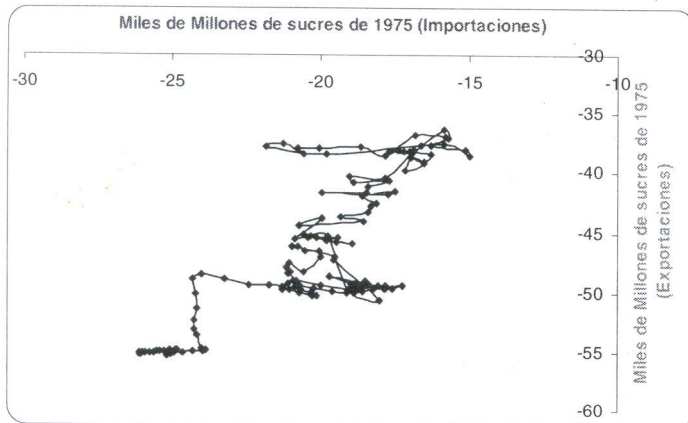
Para este sistema se tiene un ajuste alto de los datos ($R^2 = 0.9857$), el siguiente modelo a retardo trimestral:

$$I_{t+1} = 0.499 + 0.9046I_t + 0.0399E_t$$

$$E_{t+1} = 0.1056 + 0.0109I_t + 0.9926E_t$$

En este modelo existe una fuerte dependencia entre el valor de las variables de un trimestre al siguiente con respecto a la misma variable. (Importaciones 0.9046, Exportaciones (0.9046).

GRÁFICO 4.1
ORBITA CENTRADA TRIMESTRAL DE IMPORTACIONES Y
EXPORTACIONES EN EL ESPACIO DE FASE



En el modelo se obtienen el siguiente punto de equilibrio (I-E):

$$I^* = 29.1791$$

$$E^* = 57.2503$$

La relación exportaciones sobre importaciones en este equilibrio es: $I^*/E^* = 0.509$, lo cual indica que en este equilibrio, las exportaciones serán aproximadamente el doble de las importaciones, de lo cual se puede inferir que en este punto el consumo interno del país sería totalmente cubierta y que además existiría un excedente que sería exportado.

Haciendo el análisis de estabilidad se tiene los siguientes valores y vectores propios asociados a los escenarios invariantes en el equilibrio con su respectivo exponente de Lyapunov:

$$\lambda_1 = 0.8999 \quad v_1 = (-0.9932, 0.1168) \quad L_1 = -0.1055$$

$$\lambda_2 = 0.9973 \quad v_2 = (0.3954, 0.9985) \quad L_2 = -0.00274$$

Estos escenarios son correlacionados ($\rho = -0.28$), y ambos tienen estabilidad débil ($L_1 = -0.1055$, $L_2 = -0.00274$), siendo el menos débilmente estable el escenario 1. A continuación se presentan los siguientes escenarios que resultan de los valores obtenidos anteriormente

PRIMER ESCENARIO

La relación importaciones sobre exportaciones es $I_1^*/E_1^* = -9$, lo cual indicaría que la variación de las exportaciones será en sentido contrario al de las importaciones, aproximadamente en una magnitud del 11,7%.

Además existiría un decrecimiento fuerte de las importaciones (-0.9932) con un incremento débil de las exportaciones (0.1168) siendo este un escenario de aislamiento poco probable, ya que no es factible disminuir en un 99% las importaciones, por cuanto lo que se importa actualmente es materia prima para la producción y sin insumos no se podría producir ni exportar.

SEGUNDO ESCENARIO

La relación importaciones sobre exportaciones es $I_2^*/E_2^* = 0.39$, lo cual indicaría que la variación de las importaciones será en el mismo sentido al de las exportaciones, aproximadamente en una variación del 39%. Además existiría un crecimiento moderado de las importaciones (0.3954) con un incremento fuerte de las exportaciones (0.9985) siendo esta un escenario de crecimiento muy deseable, debido que de cada importación que se realiza, se exporta el doble.

4.1.2 Sistema Anual: Importaciones y Exportaciones

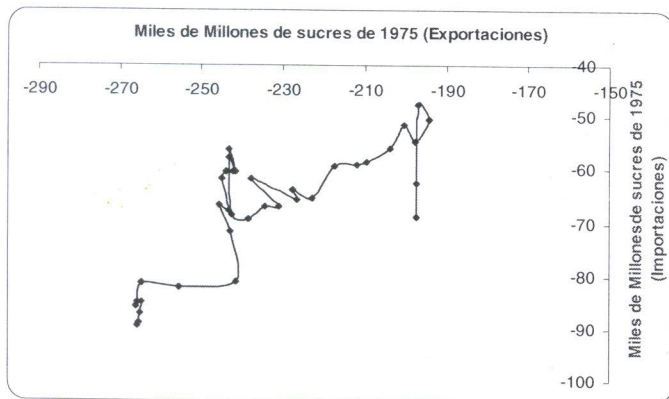
Para este sistema se tiene un buen ajuste lineal ($R^2 = 0.96$), con un retardo anual:

$$I_{t+1} = 7.65 + 0.66I_t + 0.11E_t$$

$$E_{t+1} = 2.021 + 0.006I_t + 0.99E_t$$

Se observa que las variación de importación en el año siguiente depende de la variación presente de esa variable: (0.66), por el otro lado las variaciones de las exportaciones afecta fuertemente la variación para el año siguiente (0.99).

GRÁFICO 4.2
ORBITA CENTRADA ANUAL DE IMPORTACIONES Y
EXPORTACIONES EN EL ESPACIO DE FASE



En el modelo se obtiene el siguiente punto de equilibrio:

$$I^* = 102$$

$$E^* = 274$$

La relación exportaciones sobre importaciones es: $I^*/E^* = 0.438$, lo cual indica que en el estado de equilibrio que las exportaciones serán aproximadamente el doble de lo que se importe. Para poder realizar el análisis de estabilidad obtenemos los valores propios y vectores propios asociados a los escenarios invariantes al equilibrio con su respectivo exponente Lyapunov.

$$\lambda_1 = 0.992 \quad v_1 = (0.34, 0.9998) \quad L_1 = -0.008$$

$$\lambda_2 = 0.66 \quad v_2 = (0.99, -0.0185) \quad L_2 = -0.4,$$

Estos escenarios son poco correlacionados ($\rho = 0.3299$), y ambos tienen estabilidad débil ($L_1 = -0.008$, $L_2 = -0.4$), siendo el menos débilmente estable el escenario 2. A continuación se presenta los siguientes escenarios que son el resultado de los valores obtenidos anteriormente:

PRIMER ESCENARIO

La relación exportaciones sobre importaciones es: $I_1^*/E_1^* = 0.34$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación de las importaciones aproximadamente el 0.34% de las variaciones de las exportaciones. Además este estado implicaría un incremento fuerte de las exportaciones (0.99) con un incremento débil de las importaciones (0.34) siendo este un escenario factible si el país esta dispuesto a producir su materia prima.

SEGUNDO ESCENARIO:

La relación, exportaciones sobre importaciones es: $I_2^*/E_2^* = -99.98$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación de las exportaciones será el 1% de las variaciones de las importaciones. Además este estado implicaría un crecimiento fuerte de las importaciones (0.94) con un decremento moderado de las

exportaciones (-0.0185), siendo esta un escenario que no es factible, puesto que la balanza comercial sería negativa.

4.2 Sistema : Producto Interno Bruto y Exportaciones

Los siguientes sistemas que se presentan es el del Producto Interno Bruto y las Exportaciones realizado a un retardo trimestral desde el año 1965 y hasta el segundo trimestre del 2001 y anual desde el año 1965 y hasta el año 2000.

4.2.1 Sistema Trimestral

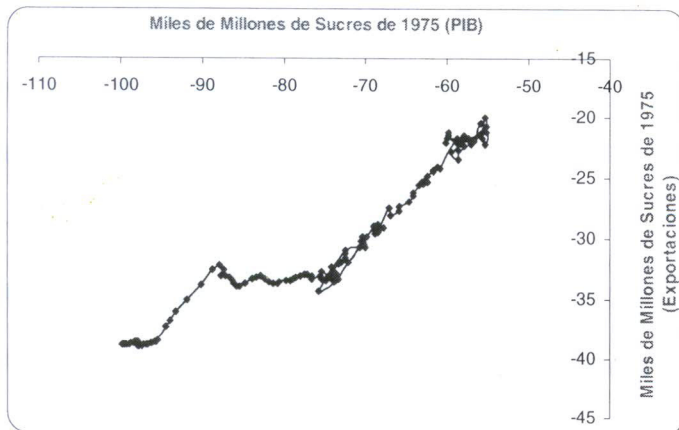
Para este sistema se tiene un buen ajuste lineal ($R^2 = 0.9859$), el sistema a un retardo en el par de variables (P, E) es:

$$P_{t+1} = 0.426 + 0.998P_t - 0.0049E_t$$

$$E_{t+1} = -0.0935 + 0.019P_t + 0.95E_t$$

Se ve que las variaciones de una variable en el trimestre siguiente dependen en gran medida de la variación presente de esa variable: (0.95) en las exportaciones y para el Producto Interno Bruto (0.998).

GRÁFICO 4.3
ORBITA CENTRADA TRIMESTRAL DE LAS
EXPORTACIONES Y EL PIB EN EL ESPACIO FASE



En el modelo se obtiene el siguiente punto de equilibrio:

$$P^* = 112.69$$

$$E^* = 40.94$$

La relación entre exportaciones sobre PIB es: $E^*/P^* = 0.36$, lo cual indica que en el estado de equilibrio que se producirá tres veces más de lo que se exporta. Para poder hacer el análisis de estabilidad calculamos los valores propios y vectores propios con su respectivo exponente de Lyapunov asociados al sistema lineal.

$$\lambda_1 = 0.99 \quad v_1 = (0.38, 0.92) \quad L_1 = -0.01$$

$$\lambda_2 = 0.95 \quad v_2 = (0.99, 0.11) \quad L_2 = -0.051$$

Estos escenarios son poco correlacionados ($\rho = 0.477$), y ambos tienen estabilidad débil ($L_1 = -0.01$, $L_2 = -0.0514$), siendo el menos débilmente estable el escenario 2.A continuación se presenta los siguientes escenarios que resultan del análisis anteriormente realizado.

PRIMER ESCENARIO

La relación exportaciones sobre el PIB es: $E_1^*/P_1^* = 0.41$, lo indica que en el estado de equilibrio la variación del PIB aproximadamente casi el doble de la variaciones de las exportaciones, esto es beneficio puesto que indicaría que el consumo interno es cubierto y que además existe un excedente que se exporta. Además este estado implicaría un crecimiento fuerte del PIB (0.92) con un incremento moderado de las exportaciones (0.38) siendo esta un escenario de crecimiento muy deseable:

SEGUNDO ESCENARIO

La relación exportaciones sobre el PIB es: $E_2^*/P_2^* = 9$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación del PIB será aproximadamente la décima parte de las exportaciones. Además este estado implicaría un crecimiento moderado del PIB (0.11) con

un incremento fuerte de las exportaciones (0.99), por lo cual se puede deducir que este escenario no es favorable para un escenario de crecimiento.

4.2.2 Sistema Anual: Producto Interno Bruto y Exportaciones

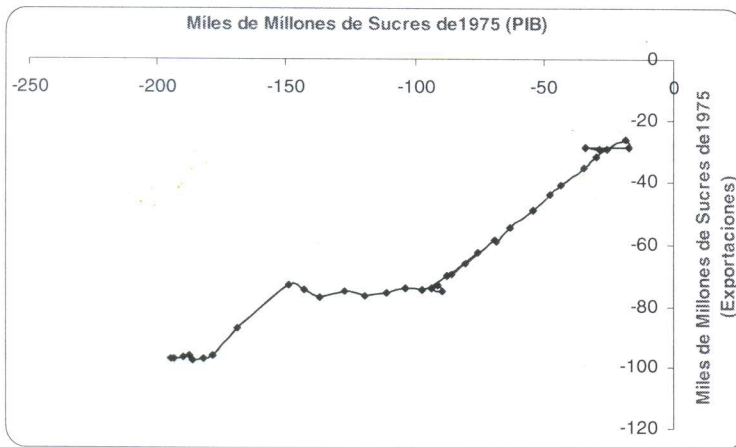
Para este sistema se tiene un buen ajuste lineal ($R^2 = 0.97$), con un retardo (P, E) anual:

$$P_{t+1} = 7.989 + 0.9787P_t - 0.006E_t$$

$$E_{t+1} = 0.79 + 0.0265P_t + 0.93E_t$$

Se ve que las variaciones de una variable en el año siguiente dependen en gran medida de la variación presente de esa variable: (0.9787) en el PIB y (0.93) en las exportaciones.

GRÁFICO 4.4
ORBITA CENTRADA ANUAL DEL PIB Y LAS
EXPORTACIONES EN EL ESPACIO DE FASE



En el modelo se obtiene el siguiente punto de equilibrio:

$$P^* = 245$$

$$E^* = 105.6$$

La relación exportaciones sobre el PIB es: $E^*/P^* = 0.43$, lo cual indica que en el estado de equilibrio el PIB será aproximadamente el doble a la de las exportaciones, lo cual es conveniente porque si el PIB aumenta, las exportaciones también lo harán.

Para poder hacer el análisis de estabilidad calculamos los valores propios y vectores propios con su respectivo exponente de Lyapunov asociados al sistema lineal.

$$\lambda_1 = 0.965 \quad v_1 = (0.61, 0.79) \quad L_1 = -0.035$$

$$\lambda_2 = 0.93 \quad v_2 = (0.98, 0.17) \quad L_2 = -0.067$$

Estos escenarios son poco correlacionados ($\rho=0.73$), y ambos tienen estabilidad débil ($L_1 = -0.035$, $L_2 = -0.067$), siendo el menos débilmente estable el escenario 2.A continuación se presenta los siguientes escenarios que son obtenidos del análisis anteriormente realizado.

PRIMER ESCENARIO

La relación entre exportaciones sobre PIB es: $E_1^*/P_1^* = 0.77$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación de las exportaciones sería aproximadamente el 77% del PIB. Además este estado implicaría un crecimiento fuerte del PIB (0.79) con un incremento fuerte de las exportaciones (0.61) siendo este un escenario factible para nuestro sistema económico.

SEGUNDO ESCENARIO

La relación entre exportaciones sobre PIB es: $E_2^*/P_2^* = 5.76$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación del PIB será aproximadamente 0.17 de las exportaciones. Además este estado implicaría un crecimiento moderado del PIB (0.17) con un

incremento fuerte de las exportaciones (0.98), este escenario no es favorable para un sistema económico en crecimiento

4.3 Sistema: Producto Interno Bruto E Importaciones

Los sistemas que se presentan es el del PIB y las Importaciones con un retardo trimestral desde el año 1965 hasta el segundo trimestre del 2001 y anual desde el año 1965 hasta el año 2000.

4.3.1 Trimestral

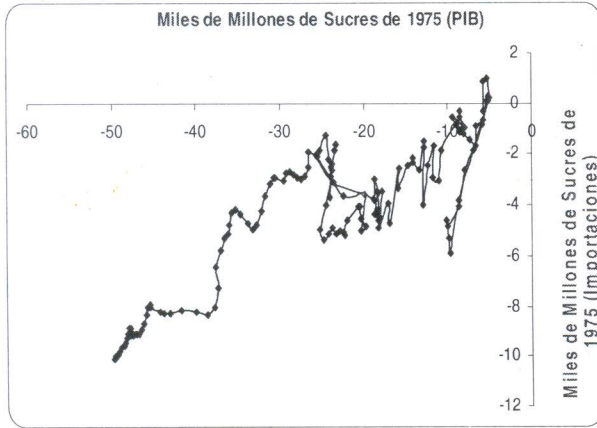
Para este sistema (P, I) se tiene un buen ajuste lineal ($R^2 = 0.9426$), con un retardo trimestral:

$$P_{t+1} = 0.41 + 0.99P_t + 0.016I_t$$

$$I_{t+1} = 0.376 + 0.02P_t + 0.877I_t$$

Se ve que las variaciones de una variable en el trimestre siguiente dependen en gran medida de la variación presente de esa variable: (0.99) en el PIB y (0.877) en las importaciones.

GRÁFICO 4.5
ORBITA CENTRADA TRIMESTRAL DEL PIB Y LAS
IMPORTACIONES EN EL ESPACIO FASE



En el modelo se obtiene el siguiente punto de equilibrio:

$$P^* = 62.42$$

$$I^* = 13.2$$

La relación importaciones sobre el PIB es: $I^*/P^* = 0.21$, lo cual indica que en el estado de equilibrio que el PIB será aproximadamente cuatro veces mayor que las importaciones. Para poder hacer el análisis de estabilidad calculamos los valores propios y vectores propios con su respectivo exponente de Lyapunov asociados al sistema lineal.

$$\lambda_1 = 0.99 \quad v_1 = (0.17, 0.98) \quad L_1 = -0.01$$

$$\lambda_2 = 0.87 \quad v_2 = (0.99, -0.136) \quad L_2 = -0.139$$

Estos escenarios son correlacionados ($\rho = 0.035$), y ambos tienen estabilidad débil ($L_1 = -0.01$, $L_2 = -0.139$), siendo el menos débilmente estable el escenario 2. A continuación se presentan los siguientes escenarios que son resultado del análisis realizado anteriormente.

PRIMER ESCENARIO

La relación de importaciones sobre el PIB es: $I_1^*/P_1^* = 0.17$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación del PIB será aproximadamente cinco veces mayor que la variación de las importaciones. Además este estado implicaría un incremento fuerte del PIB (0.98) con un incremento moderado de las importaciones (0.17) siendo este un escenario de crecimiento muy deseable económicamente para el país si este 17% es utilizado para importar materia prima para la producción.

SEGUNDO ESCENARIO

La relación de importaciones sobre el PIB es: $I_2^*/P_2^* = -7.27$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación del PIB será positiva, en sentido contrario y aproximadamente la décima parte de las importaciones. Además este estado implicaría un decrecimiento moderado del PIB (-0.137) con un incremento fuerte

de las importaciones (0.99) siendo este escenario no probable, porque económicamente no es factible para nuestro sistema.

4.3.2 Sistema Anual: Producto Interno Bruto y las Importaciones

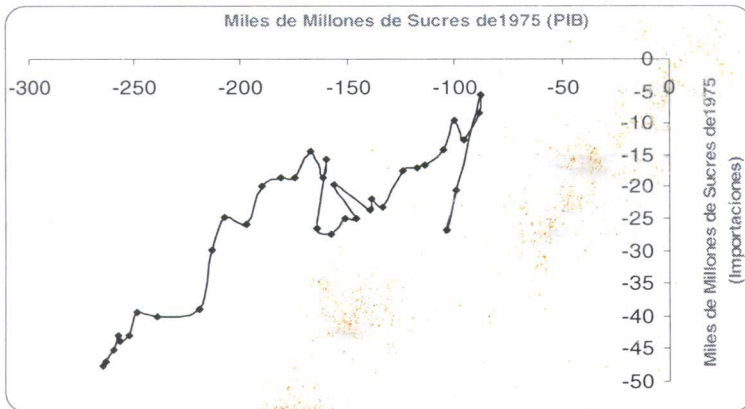
Para este sistema (P, I) se tiene un buen ajuste lineal ($R^2 = 0.90$), con un retardo anual:

$$P_{t+1} = 7.88 + 0.97P_t + 0.02I_t$$

$$I_{t+1} = 6.26 + 0.059P_t + 0.59I_t$$

Se observa que las variaciones de las variables en el año siguiente tienen fuerte influencia en la variación presente del (0.97) PIB y en las importaciones (0.59).

GRÁFICO 4.6
ORBITA CENTRADA ANUAL DE LAS
IMPORTACIONES Y EL PIB EN EL ESPACIO FASE



En el modelo se obtiene el siguiente punto de equilibrio:

$$P^* = 315$$

$$I^* = 60$$

La relación importaciones sobre el PIB es: $I^*/P^* = 0.19$, lo cual indica que en el estado de equilibrio las importaciones será aproximadamente el 19% del PIB, lo cual es satisfactorio para conseguir el equilibrio de un sistema económico. Para poder hacer el análisis de estabilidad calculamos los valores propios y vectores propios con su respectivo exponente de Lyapunov, asociados al sistema lineal.

$$\lambda_1 = 0.868 \quad v_1 = (0.15, 0.9977) \quad L_1 = -0.02$$

$$\lambda_2 = 0.6 \quad v_2 = (0.9916, -0.05) \quad L_2 = -0.53$$

Estos escenarios son correlacionados ($\rho = 0.096$), y ambos tienen estabilidad débil ($L_1 = -0.02$, $L_2 = -0.53$), siendo el menos débilmente estable el escenario 2.A continuación se presenta los escenarios obtenidos del análisis realizado anteriormente.

PRIMER ESCENARIO

La relación importaciones sobre el PIB es: $I_1^*/P_1^* = 0.0967$, lo indica que en el estado de equilibrio la variación de las importaciones será aproximadamente la décima parte de las variaciones del PIB. Además este estado implicaría un crecimiento fuerte del PIB (0.99) con un incremento moderado de las importaciones (0.15) siendo esta un escenario de crecimiento muy deseable si este 15% es utilizado para importar materia prima.

SEGUNDO ESCENARIO

La relación importaciones sobre el PIB es: $I_2^*/P_2^* = -8.26$, lo cual indica que en el estado de equilibrio la variación de las importaciones serán positivas y en sentido contrario a las del PIB, aproximadamente la décima sexta parte de las variaciones de las Importaciones. Además este estado implicaría un decrecimiento débil del PIB (-0.05) con un incremento fuerte de las importaciones (0.99) siendo este un escenario no factible para un modelo económico estable.

CONCLUSIONES

Respecto a las técnicas de linealización en el espacio de fases se tiene las siguientes conclusiones:

1. El análisis dinámico las variables macroeconómicas Importaciones, Exportaciones, PIB. en el espacio de fases presenta ventajas ya que se puede observar la interacción entre las variables y sus diferentes comportamientos de estabilidad e inestabilidad.
2. En la grafica del espacio de fases se puede observar cierto tipo de comportamientos dinámicos que no se pueden observar fácilmente en el grafico temporal.
3. Desde un punto de vista del equilibrio dinámico, se esperaría que para un tiempo lo suficientemente largo los factores endógenos inherentes a un sistema lo llevarían a un estado cercano al punto de equilibrio dinámico.

Para el sistema Importaciones-Exportaciones (I-E) se tienen las siguientes conclusiones:

4. Al analizar el sistema en forma trimestral se tienen dos escenarios débilmente estables: En el primer escenario el comportamiento de las importaciones y las exportaciones no es muy factible ya que estaría determinada por una disminución drástica de importaciones con un aumento débil de exportaciones, ($I_1^*/E_1^* = -8.5$) lo cual implicaría una política de aislamiento que no es muy razonable. En el segundo escenario el comportamiento de las importaciones y las exportaciones es más factible ya que estaría determinada por una disminución de importaciones con un aumento drástico de exportaciones, ($I_2^*/E_2^* = 0.43$), lo cual implicaría una política de crecimiento.

5. Al analizar el sistema en forma anual se tiene dos escenarios débilmente estables: en el primer escenario el comportamiento de (I, E) es factible puesto que la variación de ($I_2^*/E_2^* = 0.34$). En el segundo escenario el comportamiento de (I, E) su variación no es factible porque que las importaciones no podrían tener variaciones muy altas con respecto a las exportaciones esto produciría un desequilibrio económico para el sistema anual, la variación de este escenario se dispara a $I_2^*/E_2^* = -99.98$, siendo su coeficiente de Lyapunov el menos débilmente estable, ya que produce que su respectivo coeficiente de variación se dispare bruscamente.

Para el sistema PIB-Exportaciones (P-E) se tienen las siguientes conclusiones:

6. Al analizar el sistema en forma trimestral se tiene dos escenarios débilmente estables. En el primer escenario el comportamiento de (P, E) es factible puesto que del 41% del PIB será destinado para la exportación. En el segundo escenario el porcentaje de variación de $E_2^*/P_2^* = 9$, lo cual indica que no es un escenario factible puesto que esta variación propone que la producción dependerá de lo que se exporte, sería una producción dependiente.

7. Al analizar el sistema en forma anual se tiene dos escenarios que son débilmente estables. En el primer escenario el comportamiento de (P, E), indica que es posible que la variación de las exportaciones sea el 77% de las variaciones del PIB el porcentaje, podríamos decir que este es un escenario de crecimiento económico. En el segundo escenario el comportamiento de (P, E) puede ser considerado como un escenario muy poco probable para un sistema económico estable ($E_2^*/P_2^* = 5.76$) es por esto que se rechaza

Para el sistema PIB-Importaciones (P-I) se tienen las siguientes conclusiones:

8. Al analizar el sistema en forma trimestral se obtiene dos escenarios. En el primer escenario el comportamiento de (P, I), en el sistema estral (P, I), donde la variación es de $I^*/P^* = 0.17$, se podría pensar que esta variación es la adecuada siempre y cuando este 17% sea utilizado para importar materia prima. En el segundo escenario el comportamiento de (P, I), es rechazado, por que el PIB no podría ser la 11% de las importaciones y además disminuir su variación.

9. Al analizar el sistema en forma anual se tiene dos escenarios: En el primer escenario el comportamiento de (P, I), podríamos decir que el porcentaje de variación (0.0967) es factible puesto que las importaciones son un 9% del PIB y que este porcentaje debería ser utilizado para importar materia prima. En el segundo escenario, el coeficiente de variación (-8.263) indica que el PIB es el 12% de las Importaciones, este escenario por tanto es rechazado, ya que está variación no es una medida para un sistema de crecimiento.

Respecto a los sistemas en general se pueden sacar las siguientes conclusiones:

10. El sistema trimestral tiene ligeramente una mayor relación lineal que el sistema anual; siendo además los escenarios del sistema trimestral ligeramente menos correlacionados que los escenarios del sistema anual. El escenario más factible se da en el sistema trimestral, mientras que el menos factible se da en el sistema anual.

11. Modelos más adecuados de los diferentes sistemas son los trimestrales de acuerdo al ajuste lineal, por lo cual el coeficiente de de ajuste lineal es ligeramente mayor a los sistemas anuales.

12. Se ha podido concluir para este análisis que para cada escenario que se ha presentado en los distintos sistemas, este posee su exponente de Lyapunov para el cual siempre el mas debilmente estable es el que tiene el mejor escenario para el sistema, se podría deducir que la razón a este comportamiento de los exponentes, es que sería un poco absurdo esperar que un sistema

económico tenga un punto de equilibrio, puesto que el país a través del tiempo debe crecer económicamente y no estancarse.

LIBRO DE CUENTAS

1912

1913

RECOMENDACIONES

1. Se debería hacer otro tipo de análisis en los sistemas donde interviene el PIB para que el comportamiento de la otra variable no sea afectado por esta variable, al parecer el PIB absorbe a la otra variable, por que esta variable sufre muchas perturbaciones o ruido en el momento de la recolección de datos o otros factores externos a esta variable.
2. Se debería hacer un análisis por tramo, ya que viendo los gráficos dinámicos, podemos darnos cuenta que existen algunos quiebres que presentan estas variables en el momento de ser graficadas, más cuando el PIB interviene en los análisis

ANEXOS

ANEXO 1

Datos de las variables económicas trimestrales proporcionados por el Banco Central del Ecuador (Millones de sucres de 1975)

Trimestres	PIB	Importaciones	Exportaciones
65.I	12.626	3.081	2.036
65.II	12.627	3.086	2.047
65.III	12.681	3.113	2.041
65.IV	12.772	3.163	2.038
66.I	12.821	3.194	2.073
66.II	12.847	3.209	2.084
66.III	13.000	3.291	2.101
66.IV	13.277	3.421	2.121
67.I	13.553	3.553	2.126
67.II	13.797	3.656	2.174
67.III	13.999	3.778	2.206
67.IV	14.163	3.918	2.236
68.I	14.210	4.125	2.301
68.II	14.426	4.318	2.370
68.III	14.542	4.355	2.343
68.IV	14.571	4.249	2.219
69.I	14.600	4.107	2.053
69.II	14.592	4.023	1.934
69.III	14.770	4.028	1.905
69.IV	15.134	4.105	1.968

70.I	15.301	4.132	2.027
70.II	15.620	4.122	2.048
70.III	15.883	4.256	2.095
70.IV	16.108	4.528	2.163
71.I	16.386	4.900	2.213
71.II	16.678	5.204	2.267
71.III	16.851	5.291	2.345
71.IV	16.937	5.160	2.468
72.I	18.087	5.003	3.625
72.II	18.485	4.926	4.083
72.III	19.322	4.940	4.801
72.IV	20.599	5.042	5.785
73.I	22.405	4.973	7.091
73.II	23.767	4.871	8.303
73.III	24.643	5.192	8.697
73.IV	25.052	5.933	8.279
74.I	24.752	6.773	7.873
74.II	25.340	7.430	7.804
74.III	25.805	7.880	7.675
74.IV	26.149	8.106	7.485
75.I	26.306	8.463	7.197
75.II	26.671	8.898	6.937
75.III	27.118	9.026	6.929
75.IV	27.645	8.834	7.179
76.I	28.640	8.480	7.514
76.II	29.166	8.288	7.747

76.III	29.682	8.441	7.772
76.IV	30.191	8.946	7.596
77.I	30.628	9.583	7.367
77.II	31.215	10.051	7.218
77.III	31.629	10.281	7.201
77.IV	31.897	10.260	7.309
78.I	32.820	10.161	7.408
78.II	33.190	10.428	7.458
78.III	33.590	10.511	7.531
78.IV	34.032	10.418	7.635
79.I	34.511	10.282	7.792
79.II	34.939	10.200	7.929
79.III	35.394	10.329	7.952
79.IV	35.874	10.674	7.861
80.I	35.779	11.298	7.606
80.II	36.877	11.123	7.803
80.III	37.108	11.339	7.596
80.IV	37.858	11.923	7.787
81.I	38.208	10.989	7.558
81.II	38.414	10.666	8.203
81.III	38.484	10.321	7.930
81.IV	38.337	9.477	8.556
82.I	38.639	10.795	7.901
82.II	39.119	11.572	7.568
82.III	38.939	11.348	7.888
82.IV	38.568	10.585	7.290

83.I	37.951	9.183	7.796
83.II	37.095	8.284	8.190
83.III	37.617	7.872	7.489
83.IV	38.222	8.079	7.921
84.I	38.559	8.345	8.206
84.II	39.095	8.071	8.827
84.III	39.540	8.171	8.941
84.IV	40.032	8.026	9.357
85.I	40.025	8.125	9.684
85.II	40.340	8.589	8.996
85.III	41.754	9.166	10.249
85.IV	41.935	9.120	10.633
86.I	42.021	8.652	10.633
86.II	42.579	8.395	11.099
86.III	42.049	8.228	11.022
86.IV	42.487	9.650	10.190
87.I	39.946	9.590	9.925
87.II	36.750	11.150	6.620
87.III	38.834	10.114	7.494
87.IV	43.486	9.432	11.988
88.I	43.647	8.864	11.913
88.II	44.031	8.605	12.078
88.III	44.139	9.054	11.838
88.IV	43.925	9.720	11.406
89.I	43.648	10.218	11.266

89.II	43.701	9.383	11.596
89.III	44.582	9.753	11.813
89.IV	44.264	8.752	11.765
90.I	44.153	8.323	11.741
90.II	45.310	9.246	13.419
90.III	45.446	8.475	12.799
90.IV	46.622	10.649	13.200
91.I	46.488	9.857	13.584
91.II	47.688	10.772	13.901
91.III	48.217	10.860	14.388
91.IV	48.245	11.063	14.652
92.I	48.989	10.594	15.264
92.II	49.604	11.698	15.663
92.III	49.500	11.469	15.405
92.IV	49.343	9.224	15.608
93.I	49.972	10.749	15.559
93.II	50.075	10.750	16.028
93.III	50.762	11.519	16.568
93.IV	50.638	10.291	16.397
94.I	51.293	10.166	16.860
94.II	51.612	11.362	16.746
94.III	53.409	12.327	19.122
94.IV	53.836	12.043	17.412
95.I	52.945	12.634	18.091
95.II	54.444	12.240	18.560
95.III	53.782	12.641	18.211

95.IV	53.903	12.902	18.767
96.I	54.206	12.181	19.030
96.II	54.327	11.987	18.989
96.III	55.011	11.766	19.216
96.IV	55.791	11.502	19.055
97.I	55.788	12.294	18.958
97.II	56.597	12.551	19.561
97.III	57.085	13.313	20.896
97.IV	57.279	13.461	20.150
98.I	56.653	12.913	19.507
98.II	56.699	14.068	19.194
98.III	57.125	14.191	18.682
98.IV	57.201	13.311	19.662
99.I	53.628	9.391	18.777
99.II	52.632	7.326	19.436
99.III	52.590	7.913	19.675
99.IV	52.280	8.621	18.841
00.I	52.424	8.392	19.245
00.II	53.704	9.149	19.241
00.III	54.486	10.548	19.465
00.IV	55.442	11.364	18.631
01.I	56.539	12.380	20.414
01.II	57.366	13.392	20.250

ANEXO 2

Datos de las variables económicas anuales, desde el año 1965 hasta el 2003 proporcionados por el Banco Central del Ecuador (Millones de sucres de 1975).

Años	PIB	Importaciones	Exportaciones
1.965	50.706	12.443	8.162
1.966	51.945	13.115	8.379
1.967	55.512	14.905	8.742
1.968	57.749	17.047	9.233
1.969	59.096	16.263	7.860
1.970	62.912	17.038	8.333
1.971	66.852	20.555	9.293
1.972	76.493	19.911	18.294
1.973	95.867	20.969	32.370
1.974	102.046	30.189	30.837
1.975	107.740	35.221	28.242
1.976	117.679	34.155	30.629
1.977	125.369	40.175	29.095
1.978	133.632	41.518	30.032
1.979	140.718	41.485	31.534
1.980	147.622	45.683	30.792
1.981	153.443	41.453	32.247
1.982	155.265	44.300	30.647
1.983	150.885	33.418	31.396
1.984	157.226	32.613	35.331
1.985	164.054	35.000	39.562
1.986	169.136	34.925	42.944

1.987	159.016	40.286	36.027
1.988	175.742	36.243	47.235
1.989	176.195	38.106	46.440
1.990	181.531	36.693	51.159
1.991	190.638	42.552	56.525
1.992	197.436	42.985	61.940
1.993	201.447	43.309	64.552
1.994	210.150	45.898	70.140
1.995	215.074	50.417	73.629
1.996	219.335	47.436	76.290
1.997	226.749	51.619	79.565
1.998	227.678	54.483	77.045
1.999	211.130	33.251	76.729
2.000	216.056	39.453	76.582

BIBLIOGRAFIA

1. Richard H. Day, **Complex Economic Dynamics Vol I: An Introduction to Dynamical Systems and Market Mechanisms**, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1998.
2. Dornbush, Rudiger. y Fischer, Stanley. **Macroeconomía**. Cuarta Edición McGraw Hill, México, 1994.
3. Banco Central del Ecuador, Anuarios Oficiales, 2003
4. Guerrero C. Fernando, **Análisis dinámico del PIB**, preprint, a publicarse en la Revista Matemática, ICM-ESPOL.