

ISSN: 2322-7672

# **III Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín**

Memorias

---

Grupo de Investigación en Sistemas  
Aplicados en la Industria (GISAI)



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

© xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

**III Encuentro de Investigación Formativa - Memorias**

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2013

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

**Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:** Mons. Ricardo Tobón Restrepo

**Rector General:** xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

**Vicerrector Académico:** Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre

**Editor:** Juan José García Posada

**Coordinación de producción:** Ana Milena Gómez C.

**Diagramación:** Geovany Snehider Serna Velásquez

**Corrector de estilo:** Monica Patricia Ospina Toro

**Dirección editorial:**

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2013

Email: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co)

[www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

**Radicado:** 1117-22-03-13

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

# Análisis de exportaciones en Colombia con la estimación de dos modelos para realizar pronósticos

---

## **Andrea Bermúdez Escobar**

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia  
andre9004@hotmail.com

## **Sebastián Londoño Olarte**

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia  
londo\_@hotmail.com

## **Ana María Martínez Parra**

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia  
anita\_2391@hotmail.co

## **Marisol Valencia Cárdenas**

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia  
marisol.valencia@upb.edu.co

## **Resumen**

---

En este documento se presentará un estudio de series de tiempo evaluando el comportamiento general de las exportaciones en Colombia a partir del año 2007 según datos suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, realizando así una proyección de las exportaciones para el primer trimestre del año 2012 y su debida comparación en lo corrido del presente año.

## Palabras clave

---

Series de tiempo, exportaciones en Colombia.

## Introducción

---

El expansionismo comercial y la globalización de los mercados, se han convertido tanto para países del primer mundo como en vía de desarrollo, en el plato principal de sus planes de gobierno y sus políticas de integración económica, convirtiendo así a las exportaciones e importaciones en sus ingredientes principales.

Enfatizando en las exportaciones se contribuye al crecimiento económico, la creación de industrias, la generación de empleo y la innovación tecnológica.

Este cambio paulatino que la política comercial ha sufrido en los últimos años, a través de acuerdos comerciales, uniones de aduanas, eliminación de aranceles y participación de mercados comunes, permiten una integración más amplia de los países por medio de la exportación de mercancías.

Colombia no es ajena a estos cambios mundiales y en los últimos años han mostrado una tendencia creciente, asociada a la diversificación de sus productos exportados, la firma de acuerdos unilaterales y bilaterales, la variación de las casas de cambio, entre otras; las cuales han conducido a que las exportaciones entre 1996 y 2005 hayan registrado un crecimiento abismal.

Frente a este comportamiento de las exportaciones, surge el interés de realizar un análisis que vincule a una serie de tiempo las variaciones de las exportaciones colombianas y, a su vez, el pronóstico de las mismas para el primer trimestre del año 2012.

## Antecedentes

Las políticas de expansionismo comercial solo son conceptos relativamente recientes para Colombia.

Desde finales de la década de los 70s las empresas nacionales tuvieron como único fin satisfacer solo la demanda local y los pocos intentos del Gobierno por incentivar las exportaciones fracasaron, debido a la falta de inversión y de desarrollo tecnológico, lo cual generó que los productos colombianos fueron obsoletos en relación con los internacionales. El comportamiento del mercado externo de nuestro país se centraba principalmente en productos agrícolas como el café, el cual representó casi las tres cuartas partes de las exportaciones totales.

Aunque la bonanza cafetera permitió elevar los precios internacionales del grano, su declive en los próximos años afectó fuertemente la economía colombiana: los conflictos de interés entre la Federación Nacional de Cafeteros y el Gobierno nacional, la violencia, la falta de sistemas de producción más eficientes y el resurgimiento del café brasileño, se encuentran entre sus principales causas.

A partir de 1990 el Gobierno colombiano implanta reformas estructurales en las áreas de comercio exterior e inversión extranjera, conocido como la apertura económica, este cambio de modelo económico estuvo dirigido a promover el desarrollo del sector privado y mejorar la productividad, apuntando a un Gobierno descentralizado, este cambio lleva a que haya una modificación en el pensamiento de los empresarios, pues surge la necesidad de ser competitivos.

En los años próximos, bajo el gobierno de Samper, se implementó una política comercial activa, por medio de convenios de integración, entre los cuales se encuentran tratados de diferentes grados, como áreas de libre comercio y unión aduanera. A pesar de la variabilidad de condiciones económicas, en los 90s se lograron convenios comerciales con México y Venezuela conocido como el Grupo de los 3 o G3 y se inició la desgravación arancelaria del Grupo Andino, el cual se conoce como la CAN (Comunidad Andina de Naciones).

Muchos de estos tratados, fueron la justificación para que el sector productivo exportador diversificara su gama de productos. Antes de la apertura económica casi

todas las exportaciones eran de café, pero con la nueva política comercial, productos como los hidrocarburos, el carbón, los no tradicionales, ocuparon un porcentaje importante en las exportaciones.

Con la llegada del nuevo siglo la fluctuación del precio del café sigue, la sobreproducción del grano en los diferentes países conllevó a una disminución de los ingresos de los caficultores casi en un 50%. De igual forma, las explotaciones incontrolables del petróleo, permitieron pasar de tener 73 pozos en 1988 a 14 en el año 2001, además de los ataques permanentes a la infraestructura de transporte y a la actividad exploratoria junto con la inestabilidad del marco legal ayudaron al debilitamiento de esta actividad.

Los demás productos de exportación entre los que se encuentran el carbón y el ferróniquel entre los tradicionales y los demás productos de los sectores no tradicionales presentaron un crecimiento moderado.

En el 2012, el DANE, realizó comunicados de prensa acerca del positivo crecimiento de las exportaciones para el primer trimestre del mismo año en 21,5%, en comparación con el mismo período del año anterior. Periódicos de circulación nacional como El Espectador (El Espectador, 2012), El tiempo y El colombiano, realizaron seguimiento de este acontecimiento económico, afirmando que las exportaciones totales de Colombia crecieron 16,1% con relación a igual mes de 2011, al pasar de US\$4.899,4 millones a US\$5.687,4 millones, como resultado de las mayores ventas externas de combustibles y productos de industrias extractivas que reportaron 24,1% de aumento.

El DANE<sup>1</sup> comunicó que del total de las exportaciones declaradas durante el período enero-marzo de 2012, los combustibles y productos de industrias extractivas representaron el 67,7%, las manufacturas 16,0%, los productos agropecuarios, alimentos y bebidas el 11,1% y el restante 5,1% lo constituyeron otros sectores.

En los tres primeros meses del 2012, las exportaciones destinadas a Estados Unidos habían registraron un aumento de 13,1%, las de China 227,9%, las de España 245,5% y las de los Países Bajos 75,7%; todas ocasionadas principalmente por las mayores ventas de combustibles y productos de industrias extractivas.<sup>1</sup>

---

1 Disponible en: [http://www.dane.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=56](http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=56)

Algunos comisionistas e inversionistas de bolsa habían realizado en 2011 proyecciones para el año 2012, entre los cuales se encuentran: Profesionales de la Bolsa. (2011), indicaron en un estudio sobre las perspectivas económicas que Colombia tendría un crecimiento del 11,83% y 7,54% en las exportaciones para los dos primeros trimestres respectivamente. El Grupo InterBolsa, 2011, aseguró un aumento alrededor del 7,2%. Corficolombiana esperaba que el crecimiento de las exportaciones fuera del 6,5%.

En este trabajo se busca realizar el pronóstico de las exportaciones colombianas para el primer trimestre del año 2012 a través de un modelo de series de tiempo, usando datos publicados por el DANE en agosto de 2012.

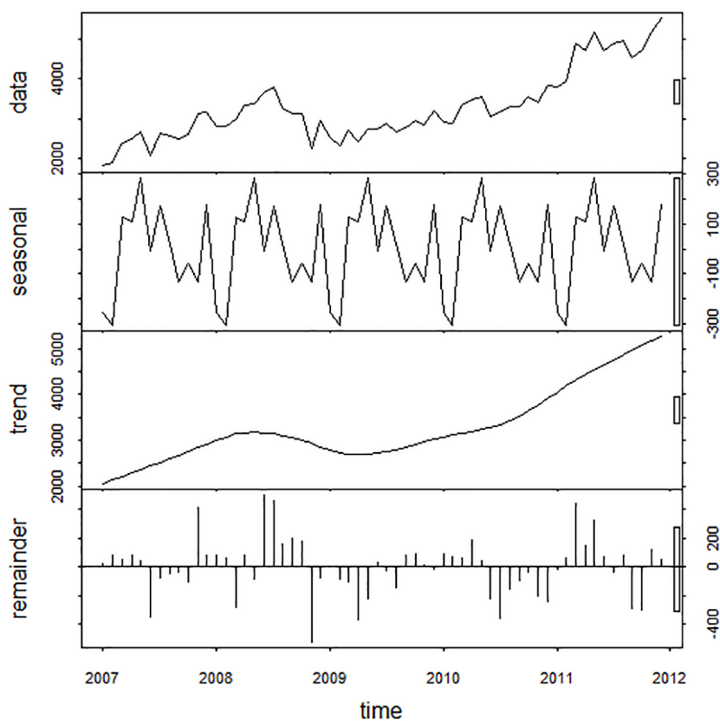
## Metodología

Utilizando la base de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, sobre las exportaciones desde el año 2007 al 2011, dadas en miles de millones de dólares, se construirá una serie de tiempo que permita observar su asociación temporal, mediante un modelo dinámico, que considera variables endógenas y exógenas autoregresivas, además del comportamiento de tendencia y estacionalidad inherentes a la serie de tiempo y uno de suavizamiento exponencial; esto con el fin de realizar el pronóstico para el primer trimestre del año 2012, y con base en una comparación de la media de porcentaje de error absoluto, elegir el más acertado.

La comparación de los pronósticos con los resultados reales de las exportaciones permite comparar el comportamiento en el lapso de tiempo y analizar si el impacto del sector es positivo o negativo a futuro.

## Resultados

Gráfica 1. Comportamiento de las exportaciones años 2007-2011.

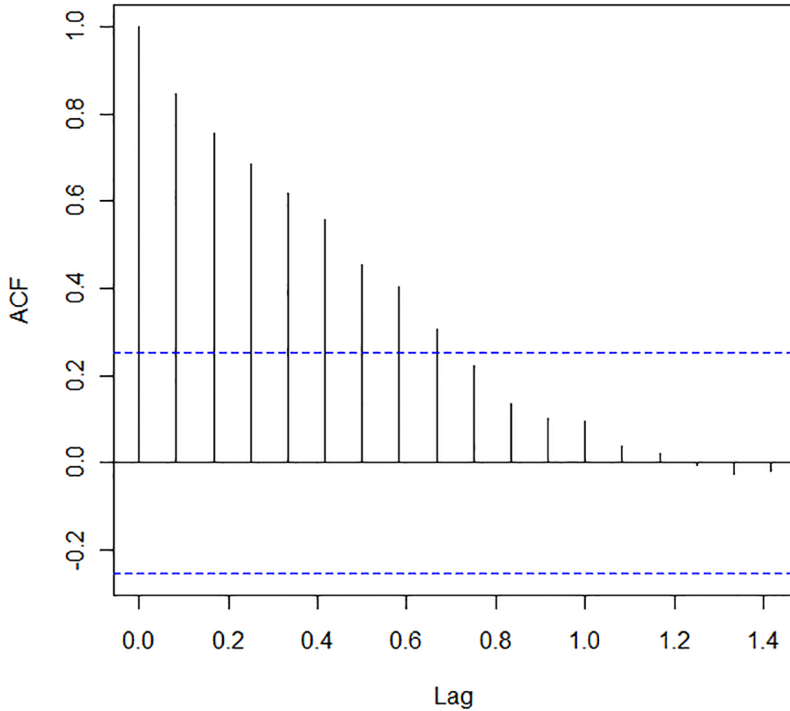


A pesar de las fluctuaciones de las exportaciones, debido a factores incontrolables dentro de los sectores económicos, es posible evidenciar cierta tendencia polinómica tentativamente cúbica.

La serie no presenta ningún patrón estacional, dada en pedidos mensuales.



Gráfica 2. Autocorrelación Parcial Exportaciones.



La gráfica ACF muestra una fuerte autocorrelación para los ocho primeros rezagos, lo cual corrobora la ausencia de estacionalidad.

### Aproximación al modelo

Las exportaciones serán analizadas a través de un modelo dinámico, lo cual permite incorporación de variables autoregresivas del pasado de la serie, esto podría realizar un mejor acercamiento al modelo debido a la alta variabilidad que presentan los datos entre períodos sucesivos.

Inicialmente, se plantea un modelo sin transformaciones, al no cumplir con las debidas pruebas de significancia y de análisis de supuestos, se realizan una serie de pruebas exploratorias con diferentes transformaciones entre las cuales se encuentran:

## Análisis de significancia

Tabla 1. ANOVA tipo III.

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
t3	16.46	1	2.9517	0.09266
season(export)	216.81	12	3.2407	0.002035
L(export, 1)	723.74	1	129.8117	7.48E-15
Residuals	250.89	45		

Se plantea de forma genérica para cada parámetro la hipótesis nula y alternativa, de las cuales con un grado de significancia del 10% se concluye que las variables son significativas.

## Análisis de supuestos de los residuales

### Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Se plantean las siguientes pruebas de hipótesis nula y alternativa.

$H_0: X_i \sim N(\mu, \sigma^2)$

$H_1: \text{Los } X_i \text{ no cumplen con la distribución normal}$

$W = 0.9511, p\text{-value} = 0.01891$

Al ser el valor p mayor que el grado de significancia, se concluye que los residuales provienen de una distribución normal con una confianza del 99%.

### Prueba de correlación Durbin Watson

Se plantean las hipótesis nula y alternativa

$H_0: \text{Cor}(e_i, e_j) = 0$  No hay correlación en los residuales

$H_1: \text{Cor}(e_i, e_j) \neq 0$  Hay correlación en los residuales

lag Autocorrelation D-W Statistic p-value

1 -0.1485237 2.292914 0.382

Debido a que el valor p es mayor comparado dos veces el grado de significancia se concluye que hay in-correlación en los residuales

La in-correlación de los residuales nos permite realizar un primer acercamiento hacia una posible asociación al tiempo, lo cual es una de las características principales en las series de tiempo.

### **Prueba de Autocorrelación Box Pierce**

X-squared = 5.6741, df = 10, p-value = 0.8419

Al ser el valor p mayor al grado de significancia cumple con la prueba de *Box Pierce* para los próximos 10 meses.

La prueba nos permite analizar la dependencia de orden del pasado de la serie, lo cual asegura que el modelo es eficiente para el pronóstico de las exportaciones.

El MAPE confirma lo anterior al generar solo un error del 5, 3%.

### **Modelo final**

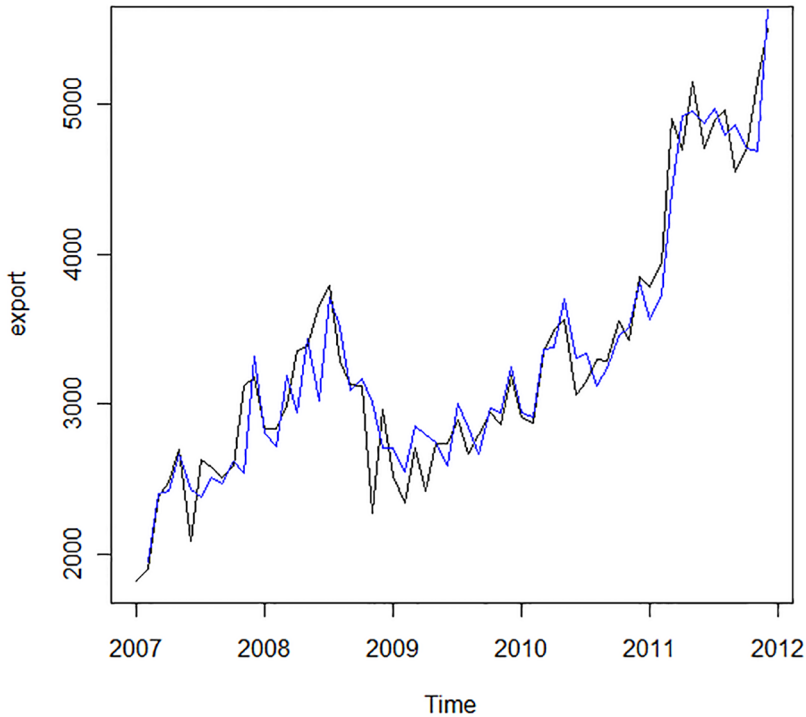
El modelo dinámico cumple con todas las pruebas de significancia y de análisis de supuestos, con un nivel de confianza del 90%. Para las exportaciones futuras se plantea el siguiente modelo de regresión, dados los parámetros estimados.

Tabla 2. Parámetros estimados modelo final.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )
t3	5.16E-08	3.00E-08	1.718	0.0927
Enero	-3.88E+02	2.42E+02	-1.604	0.1158
Febrero	-3.87E+02	2.42E+02	-1.596	0.1174
Marzo	-3.82E+02	2.42E+02	-1.578	0.1215
Abril	-3.86E+02	2.42E+02	-1.594	0.118
Mayo	-3.84E+02	2.42E+02	-1.587	0.1195
Junio	-3.88E+02	2.42E+02	-1.604	0.1158
Julio	-3.84E+02	2.42E+02	-1.587	0.1196
Agosto	-3.87E+02	2.42E+02	-1.598	0.117
Septiembre	-3.87E+02	2.42E+02	-1.598	0.1171
Octubre	-3.85E+02	2.42E+02	-1.59	0.1189
Noviembre	-3.86E+02	2.42E+02	-1.596	0.1176
Diciembre	-3.83E+02	2.42E+02	-1.582	0.1207
Z(t-1)	7.34E-03	6.44E-04	11.393	7.48E-15

$(\text{Exportaciones})^{0.05} = 5.16\text{E-}08 * t^3 - 3.88\text{E+}02\text{Ene} - 3.87\text{E+}02\text{Feb} - 3.82\text{E+}02\text{Mar}$   
 $- 3.86\text{E+}02\text{Abr} - 3.84\text{E+}02\text{May} - 3.88\text{E+}02\text{Jun} - 3.84\text{E+}02\text{Jul} - 3.87\text{E+}02\text{Ago}$   
 $- 3.87\text{E+}02\text{Sep} - 3.85\text{E+}02\text{Oct} - 3.86\text{E+}02\text{Nov} - 3.83\text{E+}02\text{Dic} + 7.34\text{E-}03(\text{Zt-1})$

Gráfica 3. Exportaciones reales vs. pronóstico MD.

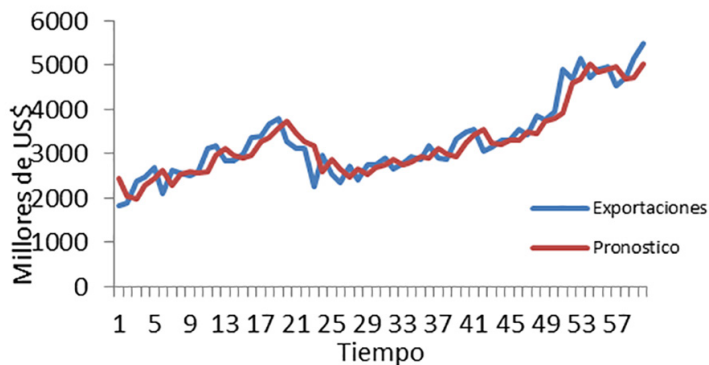


### Método suavizamiento exponencial

Dada la variación y tendencia que presentan los históricos del DANE, el método Holt, podría realizar un pronóstico acertado, optimizando los valores de ponderación de la demanda y la tendencia (alfa y beta respectivamente) acerca de las exportaciones entre los años 2007 y 2011.

Realizando una parametrización de un nivel y una tasa de crecimiento que varían sin un patrón estacional y un modelo de regresión lineal basados en las primeras 28 observaciones (véase Anexo 1), se obtiene la siguiente gráfica:

Gráfica 3. Exportaciones reales vs. pronóstico SE.



## Pronósticos

Tabla 3. Comparación de pronósticos y aumentos porcentuales reales.

Período	Exportación Real	Modelo Dinámico	Error relativo	Aumento Porcentual Vs 2011
Enero	\$ 4,722.31	\$ 5,247.87	11%	22.53%
Febrero	\$ 4,938.25	\$ 4,688.86	5%	
Marzo	\$ 5,757.52	\$ 5,537.25	4%	
Abril	\$ 5,019.79	\$ 5,941.20	18%	12.96%
Mayo	\$ 5,308.60	\$ 5,375.20	1%	
Junio	\$ 4,621.93	\$ 5,124.87	11%	
Período	Exportación Real	Suavizamiento Exponencial	Error relativo	Aumento Porcentual Vs 2011
Enero	\$ 4,722.31	\$ 5,376.54	14%	21.15%
Febrero	\$ 4,938.25	\$ 4,956.47	0%	
Marzo	\$ 5,757.52	\$ 4,967.35	14%	
Abril	\$ 5,019.79	\$ 5,525.97	10%	10.14%
Mayo	\$ 5,308.60	\$ 5,206.21	2%	
Junio	\$ 4,621.93	\$ 5,298.81	15%	

Al comparar con el valor real obtenido en 2012, en algunos períodos el modelo dinámico pronostica mejor que el de suavización, logrando en promedio 8.4% comparado con un 9.1% para el de suavización. Agregando que se obtuvo un 5.3% de MAPE obtenido con el mismo conjunto de datos, comparado con el 8.9% de suavización, se muestra más eficiencia para el modelo dinámico.

## Conclusiones

El método más adecuado para el pronóstico de las exportaciones con un promedio de error de los datos 5,3% (MAPE) es un modelo dinámico con tendencia cúbica que incluya variables autoregresivas de un período y transformación de raíz cuadrada para la serie; respecto a un suavizamiento exponencial que tiene un MAPE del 8,9%.

En el año 2008 se observa una gran caída de las exportaciones colombianas, el DANE presentó que las caídas en los volúmenes exportados de café, carbón, y productos no tradicionales dirigidos a los principales clientes internacionales: Estados Unidos y Venezuela fueron el principal motivo, además del aumento en el precio del petróleo. A partir de este año Colombia tiene una tendencia al crecimiento de las exportaciones, tanto que en la actualidad se supera el gran crecimiento que se presentó entre los años 2002 y 2006; es de esperar que en el 2012 con la firma del Tratado de Libre Comercio, el 15 de mayo, con Estados Unidos, este incremento sea aún mayor.

El DANE publicó un crecimiento de las exportaciones positivo (21,5%), pero si se compara con la proyección que se debería tener según el modelo dinámico planteado anteriormente se espera un crecimiento un poco mayor del 22,53%. Aunque la diferencia porcentual es relativamente pequeña, el impacto que refleja esto en miles de millones de dólares es alto.

Acorde con la información publicada por las proyecciones de inversionistas de bolsa según un seguimiento mensual en el año; las proyecciones que plantearon en el 2011, para el 2012, fueron muy contrarias a la realidad. Esto quizá se deba a factores impredecibles como las negociaciones del crudo de petróleo y el precio del dólar.

## Referencias

---

1. DANE (2012). Exportaciones. [Acceso 1º de septiembre de 2012]. Disponible en internet: [http://www.dane.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=56](http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=56)
2. El Espectador (2012). Entre enero y marzo de 2012, exportaciones crecen 21,5%. Bogotá. Disponible en internet: <http://www.elespectador.com/economia/articulo-344999-entre-enero-y-marzo-de-2012-exportaciones-crecen-215> Recuperado el 14 de 05 de 2012
3. Profesionales de la Bolsa. (2011). Colombia 2012: Perspectivas Económicas, [en línea], Bogotá. Disponible en internet:
4. <http://www.profesionalesdebolsa.com/seccion.php?idsec=24> Recuperado el 14 de 05 de 2012
5. Grupo InterBolsa. (2011). Sosteniendo el crecimiento - Actualización de proyecciones 2012 – 2020, [en línea], Bogotá.
6. Disponible en internet: [http://www.interbolsa.com/c/document\\_library/get\\_file?uuid=bdbd4ded-5e23-4a3a-b4dd-8fc01bd8555e&groupId=81085](http://www.interbolsa.com/c/document_library/get_file?uuid=bdbd4ded-5e23-4a3a-b4dd-8fc01bd8555e&groupId=81085). Recuperado el 14 de 05 de 2012
7. Corfi Colombiana, (2011). Perspectivas económicas corficolombiana proyecciones 2012: bancos centrales al rescate, [en línea], Bogotá. Formato pdf. Disponible en internet: <http://www.corficolombiana.com/Webcorficolombiana/Repositorio/archivos/archivo1295.pdf>. Recuperado el 14 de 05 de 2012