

Predicción del consumo aparente *per capita* de madera rolliza en Venezuela mediante el uso de modelos Arima

Prediction of apparent per capita consumption of round wood in Venezuela using Arima models

OMAR CARRERO G.¹
VÍCTOR ANDRADE,
GIAMPAOLO ORLANDONI²,
FREDERICK CUBBAGE³

1 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Grupo de Investigación Genética y Silvicultura, E-mail: neto@ula.ve
2 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Instituto de Estadística Aplicada y Computación, Mérida, Venezuela.
3 North Carolina State University, Department of Forestry and Environmental Resources.

Recibido: 01-11-08 / Aceptado: 15-06-09

Resumen

En este artículo se pronostica el consumo aparente de madera en rolas con fines industriales (CPC) en Venezuela, usando modelos Autoregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA). El mejor modelo fue un ARIMA ($p=2$, $d=1$, $q=2$). Se pronostica que el CPC levemente se incrementará entre los años 2006 y 2010, alcanzando una cantidad de 0,0441 m³/ha/persona/año, lo que sería equivalente, tomando en cuenta el crecimiento poblacional, a un consumo aparente de 1.272.044 m³ en el 2010, veintisiete por ciento más que en el 2005. Más del cincuenta por ciento del consumo actual de madera rolliza industrial proviene de las plantaciones de pino Caribe, sin embargo gran parte será destinada a los proyectos industriales de CVG PROFORCA, lo cual reducirá significativamente la oferta nacional. Para evitar una caída del consumo per cápita a nivel nacional, Venezuela necesitará incrementar las importaciones, aprovechar más bosques naturales, incrementar en el corto plazo el área destinada a plantaciones forestales, o incrementar sustancialmente la productividad en las plantaciones y bosques naturales. Políticas gubernamentales proactivas pueden ser útiles para alcanzar estos desafiantes objetivos.

Palabras clave: mercado de madera, producción nacional, econometría forestal, economía forestal.

Abstract

This paper forecast the *per capita* apparent consumption of industrial round wood (CPC) in Venezuela using Autoregressive Integrated Moving Average models (ARIMA). The best model was formulated as an ARIMA ($p=2$, $d=1$, $q=2$). It forecast that CPC will increase slightly from 2006 to 2010, reaching a quantity of 0,0441m³/person/year, that should be equivalent, taking into account the population growth, to an apparent consumption of 1.272.044 m³ in 2010, twenty seven percent more than in 2005. More than fifty percent of current industrial roundwood apparent consumption is from Caribbean pine plantations, but these are likely to be used by CVG PROFORCA industrial projects, which will reduce domestic supply greatly. To avoid a decline of the per capita domestic consumption, Venezuela will need to increase imports, harvest more natural rain forests, rapidly increase forest plantations, or substantially increase productivity on current plantations and natural forests. Proactive government policies can help achieve these challenging goals.

Key words: wood market, national production, forestry econometrics, forest economics.

1. Introducción

Venezuela tiene 47,7 millones de hectáreas de bosques, y un gran potencial como productor de madera rolliza, pues más del 16% de su superficie está destinada a la producción forestal, bajo las figuras de Reservas Forestales y Lotes Boscosos. Igualmente tiene una superficie de plantaciones forestales cercana a las 700.000 ha. Además de tener más de 40 años rea-

lizando investigación aplicada, una de las más prolíficas en América Latina. Sin embargo Venezuela ha tenido políticas incoherentes, los problemas de control y vigilancia por parte del Estado, la dificultad de acceso las áreas forestales, la inadecuada o nula educación ambiental de la población, el poco incentivo para desarrollar este subsector de la economía, entre otros, han hecho fracasar los intentos para que la industria de la madera se constituya en una alternativa

que contribuya al desarrollo y crecimiento económico del país. A pesar de ello, aún es posible desarrollar esta industria, que tiene que conjugar los criterios financieros, con la conservación del recurso bosque para poder satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. Conocer los requerimientos actuales y futuros de madera (la tasa de uso actual y futura del recurso) contribuirá para tomar las medidas necesarias para satisfacer los requerimientos futuros de madera en el país, y al mismo tiempo garantizar la sustentabilidad de los bosques venezolanos. El pronóstico del consumo per cápita de madera rolliza es de relevancia, a fin de elaborar políticas con un basamento sólido, lo que influirá en el éxito de su implementación. En este artículo discutiremos este basamento para el caso de la industria forestal.

1.1 Antecedentes

Pocos trabajos se han realizado en el país relacionados con el tema, sin embargo existen algunos importantes aportes, como el de Carrero y Bluhm (1976) quienes proyectaron el consumo aparente de madera rolliza en función del tiempo para Venezuela, obteniendo como resultado el modelo estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) utilizando la serie del período (1963-1975), el cual se muestra a continuación:

$$Q = 482.213 + 12999T$$

Donde:

Q = consumo aparente

T = tiempo (años)

Es importante señalar que, para la estimación de la demanda, asumieron para los cinco años siguientes un consumo aparente de madera creciente similar al de la serie.

Carrero (1983) estimó la demanda para la industria mecánica de la madera utilizando los registros de 1963 a 1981, y mediante el ajuste de dos modelos Log-Lineal y Lineal-Log, donde relaciona la disponibilidad per cápita aparente bruta total de madera (DPC) y la remuneración a empleados y obreros (REO), ambos modelos se muestran a continuación:

$$\text{LogDPC} = 4,06 + 504,06 \times (1/\text{REO})$$

$$\text{DPC} = -46,75 + 12,06 \times \text{Log}(\text{REO})$$

Donde:

DPC = disponibilidad per cápita aparente bruta total de madera

REO = remuneración a empleados y obreros;

Por otra parte, Díaz (1984) estimó la tendencia para el consumo aparente de madera rolliza utilizando los registros 1960-1981, seleccionando un modelo de tipo exponencial:

$$\text{LogY} = 2,70669 + 0,01644X$$

donde:

Y = consumo aparente de madera rolliza

X = es el tiempo.

Este autor, también generó un modelo econométrico para la proyección de la demanda de madera rolliza, utilizando para ello la serie temporal 1960-1981. El modelo es:

$$\text{LogQ} = 2,753 + 0,744\text{LnY}_{cf} - 0,302\text{Ln}(P_1 \times P_3) + u_1$$

R² = 0.77

F_{5%} = 2.96

Durbin-Watson = 1.0004

Donde:

Q = Consumo aparente de madera rolliza

Y_{cf} = Ingreso nacional neto a costo de factores per cápita

P₁ = Índice de Precios al Mayor para minerales no metálicos nacionales

P₃ = Índice de Precios al Mayor para estructuras metálicas nacionales.

u₁ = perturbación estocástica

1.2 Situación Reciente de la Industria Mecánica de la Madera

La industria mecánica de la madera en Venezuela utiliza sólo unas pocas especies de la gran variedad existente en nuestros bosques (Figura 1). En años recientes la madera proveniente de plantaciones ha tomado un lugar preponderante, como lo indica el alto porcentaje que representa el pino caribe en la producción nacional de madera en rolas.

En la figura 2 se puede apreciar el origen de la madera en rola producida nacionalmente, y en ella se percibe que alrededor del 75% proviene de plantaciones forestales, lo que llama la atención pues hasta años recientes la mayor parte de la madera en rola producida en el país provenía de bosques naturales.

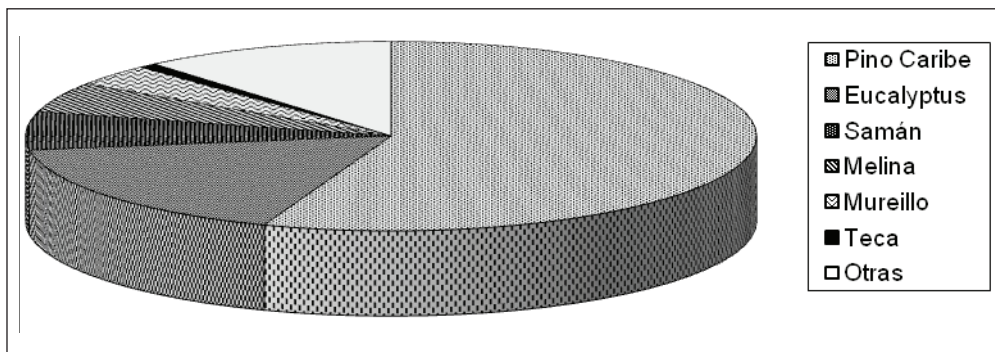


Figura 1. Producción nacional de madera en rolas por especie en el año 2005 (Fuente: MARN, 2006).

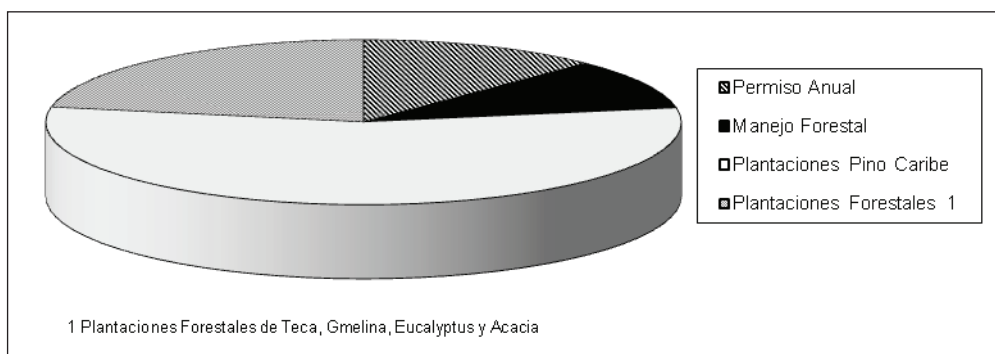


Figura 2. Producción nacional de madera en rolas por modalidades de aprovechamiento en el año 2005 (Fuente: MARN, 2006).

La contribución del sector primario de la cadena forestal al PIB es de apenas el 0,03 %, cifra que ha venido disminuyendo. Sin embargo, si consideráramos además al sector secundario de la cadena forestal, esta cifra estaría alrededor del 1%, valor por debajo del promedio latinoamericano (Carrero y Andrade, 2005). El consumo aparente de madera rolliza, el cual se entiende como el resultado de sumarle a la producción nacional las importaciones y restarle las exportaciones, ha tenido un aumento sostenido desde 1985 (Figura 3). La producción nacional es casi igual al consumo aparente de madera rolliza, pues las importaciones y exportaciones actualmente representan un volumen insignificante. La importación de madera rolliza en Venezuela fue considerable en el período 1975-1984 como consecuencia del decreto N° 975 que limitaba la explotación de madera en gran parte del territorio nacional, y de una política de libre mercado, con pocas restricciones a las importaciones.

Venezuela tiene un consumo aparente per cápita de madera rolliza muy bajo, el promedio desde el año 1960 hasta 1998 es 0,045 m³/persona/año. En el año 1998 el consumo aparente per capita fue 0,047 m³/persona/año. Otros países de Latinoamérica tienen

un consumo mucho más alto (Figura 4) Chile tiene el consumo más grande en la región, cerca 2,2 metros cúbicos por año per capita, seguido por otros países como Uruguay, Paraguay y Brasil (González *et al.*, 2008). Estas cifras indican que el consumo en Venezuela es sumamente bajo, y probablemente se mantendrá estable o podría aumentar en el futuro.

A pesar de que la producción nacional de madera en rola ha tenido un crecimiento acelerado en los últimos años, el consumo aparente per cápita apenas ha variado, e incluso ha descendido en algunos períodos, como se puede apreciar en la figura 5; y ello puede ser explicado por un crecimiento de la población más acelerado que el crecimiento de la producción; además el ingreso per cápita actualmente es mayor que el del año 1960, lo que lleva a pensar que exista un déficit en la oferta de madera rolliza para satisfacer las necesidades de los consumidores en el país.

En estos momentos la empresa CVG PROFORCA, la cual es la mayor empresa productora de madera en Venezuela, con más de 400.000 hectáreas establecidas de *Pinus caribaea* var *hondurensis*, en el Oriente de Venezuela, está ejecutando algunos proyectos de gran envergadura que tendrán impacto en

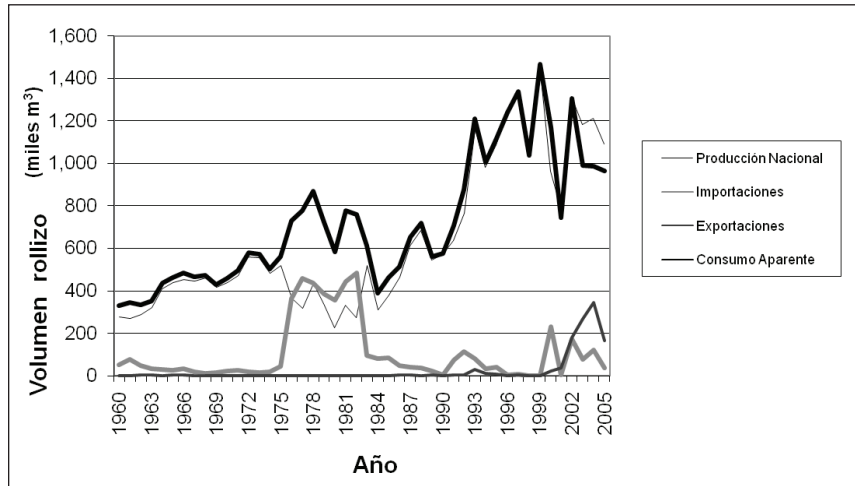


Figura 3. Consumo aparente de madera rolliza 1960-2005.

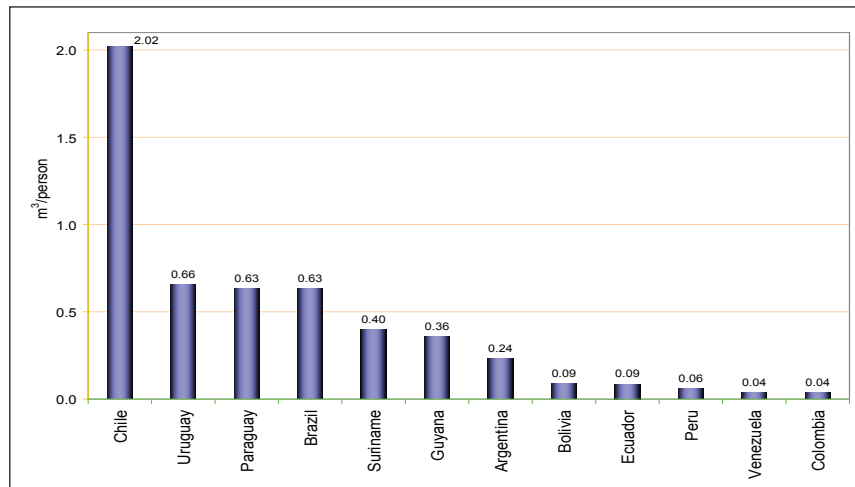


Figura 4. Consumo *per cápita* de madera rolliza en América del Sur, 2005 (González et al., 2008, FAO, 2007).

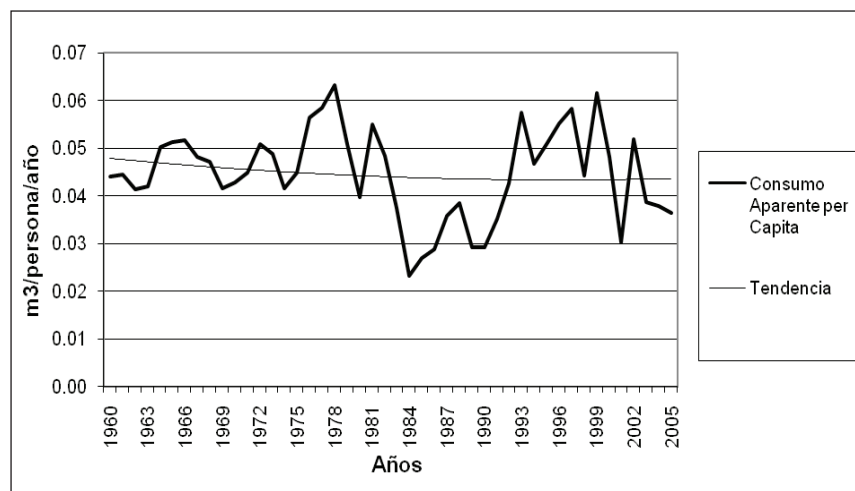


Figura 5. Consumo aparente *per cápita* de madera rolliza 1960-2003 (Fuente: Batista, 1997; MARN, 2006; Díaz 1984).

el mercado de madera rolliza en el país, como lo son: 1) crecimiento del programa de desarrollo forestal (PRODEFOR III), 2) construcción de una planta de pulpa y papel (PULPACA), y 3) construcción de aserraderos y de una planta de secado. Además se planea la construcción de 10 aserraderos y una planta de secado, en el área cercana a las plantaciones, con el objeto de producir la materia prima necesaria para la construcción de 50.000 casas de madera al año para cubrir el déficit de viviendas que en estos momentos existe en el país.

Dada la situación actual, y el desarrollo de proyecto de gran envergadura en el corto plazo, es prioritario pronosticar el consumo aparente de madera en rolas en el país, debido al impacto que podría tener en la conservación de los bosques en Venezuela, y en el desarrollo del subsector forestal. Este trabajo tiene como propósito pronosticar el consumo aparente de madera en rolas en Venezuela, y conocer su origen lo cual será de utilidad para delinear políticas en el subsector que permitan reforzar alguna tendencia favorable o revertirla en caso desfavorable que lleven al alcance de los propósitos ya mencionados.

2. Materiales y métodos

Se actualizó la serie histórica, para la variable Consumo Aparente de Madera utilizada por Díaz (1984), para lo cual se usó la información de los boletines estadísticos de MARN, de tal manera que la serie comprende el período 1960-2003. Para la serie temporal "Población" se usó información de OCEI (1982, 1985, 1988, 1991, 1994, 1998), así como de Baptista (1997).

Para corroborar que la serie tiene media y varianza constantes en el tiempo y que su covarianza entre dos periodos de tiempo depende solo de la distancia o rezago entre ellos dos, y no del momento en el cual se calcula, es decir para probar que la serie es estacionaria, se usó el análisis gráfico para percatarse si la serie tiene una tendencia creciente o decreciente, o si las observaciones fluctúan considerablemente, lo cual puede ser indicativo de que la serie de tiempo es no estacionaria. Para tener certeza de la estacionariedad de la serie se usó la función de autocorrelación (ACF), y se graficó la autocorrelación entre pares de observaciones en contra de la longitud del rezago para obtener el correlograma. Si la autocorrelación entre pares de observaciones decae lentamente es síntoma de no

estacionariedad de la serie. Además se usó la prueba de Dicky Fuller aumentada, la cual es una variante de la prueba de la raíz unitaria en la que se evita que los errores estén autocorrelacionados (Gujarati, 2004). En la prueba de raíz unitaria suponemos un modelo como el siguiente:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad 1 \leq \rho \leq 1$$

Donde:

Y_t = serie de tiempo

Y_{t-1} = primer rezago de la serie de tiempo

ρ = parámetro asociado al primer rezago de la serie de tiempo

u_t : es el término de error ruido blanco

Si el valor de $\rho = 1$ entonces se dice que existe raíz unitaria, por lo que la serie de tiempo es no estocástica. Si de ambos lados de la ecuación se sustrae Y_{t-1} , obteniéndose la siguiente ecuación:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t$$

la cual puede arreglarse como:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1) Y_{t-1} + u_t$$

$$\Delta Y_t = \beta_0 Y_{t-1} + u_t$$

haciendo $(\rho-1) = \beta_0$

Por lo tanto se probaría si $\beta_0 = 0$, lo que sería equivalente a decir que $\rho = 1$, lo cual indica que la serie es no estacionaria, y en consecuencia la varianza de esta serie podría ser infinita y cualquier perturbación estocástica haría que no se retorne al nivel medio (Gujarati, 2004; Yusuf y Edom, 2007), esta situación de no estacionariedad no tendría una representación de corrección de error (Engle y Granger, 1987, citado por Yusuf y Edom, 2007).

Se ajustó un modelo Autoregresivo Integrado de Medias Móviles (ARIMA) para proyectar el Consumo Aparente de Madera per Cápita (CPC) en Venezuela. Se usó el Consumo de Madera per capita para aislar su variación del crecimiento poblacional, y así poder conocer los cambios del patrón de consumo del venezolano con respecto a este bien. El modelo ARIMA es definido según Gujarati (2004) y Chatfield (2000) una serie de tiempo es autoregresiva de orden p si es un promedio ponderado de la suma de los p valores pasados más un término estocástico ε_t ,

constituye un promedio móvil de orden q si la variable aleatoria a ser explicada es función del promedio ponderado de los términos aleatorios presentes y pasados, y es integrada orden d si para hacerse estacionaria es necesario diferenciarla d veces, de tal manera que:

$$X_t = c + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i}$$

Donde:

X_t = serie de tiempo

c = constante

ϕ_i = parámetro

γ_i = parámetro

ε_t = término de error aleatorio con media cero y varianza σ^2

Para el ajuste del modelo se usó el paquete estadístico R, versión 2.6.1, del cual se hizo uso de las librerías RODBC, ast, graphics, stats, y tseries. Para hacer el pronóstico se utilizó la librería forecast con límites de confianza inferior y superior de 2,5% y 97,5%. El método de ajuste utilizado fue el de Suma de Cuadrados Condicionales, y como criterios de bondad de ajuste para la selección de los modelos se usaron los criterios de información de Akaike (AIC), y el criterio de información bayesiano (BIC), los cuales se definen como (Chatfield, 2000; SAS Institute, 2001).

$$AIC = -2L + 2d$$

$$BIC = -2L + d \ln n$$

donde:

L = máximo valor de la función de verosimilitud (restringida)

$d = q + p$ dimensión del modelo

q = número de parámetros estimados

p = rango de la matriz de diseño X

3. Resultados y discusión

3.1 Características y Estacionariedad de la Serie

La serie de consumo aparente per capita de madera rolliza es una serie anual. La serie original y la serie en primera diferencia se presentan en la figura 6. En la serie original se aprecia una caída fuerte del consumo aparente de madera rolliza per cápita en el año 1984, año en el que se sintió el efecto de la fuerte

devaluación de la moneda nacional del año anterior, lo que contrajo las importaciones de madera, las cuales eran importantes para el momento. Este hecho hace dudar de que esta serie se estacionaria. Lo contrario se aprecia cuando se toma la primera diferencia de la serie, pues en ella no se ven fluctuaciones tan fuertes como en la serie original.

Los correlogramas simple y parcial de la serie original se presentan en la figura 7. En el correlograma simple se aprecia una caída lenta de autocorrelación y una oscilación, lo que lleva a pensar en que la serie no es estacionaria y que presenta ciclos. En el correlograma parcial se aprecia una correlación significativa con el séptimo rezago lo que lleva a pensar que los ciclos son de 7 años.

En la figura 8 se muestran los correlogramas simple y parcial para la serie en primera diferencia. Ninguna de ellas muestra un patrón, pues ninguna autocorrelación es estadísticamente significativa hasta el décimo rezago, lo que sugiere que esta serie es integrada de orden 1 (I (1)).

Para corroborar lo anterior se hicieron las pruebas de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) para ambas series, obteniéndose para la serie original un valor $DF = -2,2957$ y $p = 0,4564$, por lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula, la cual establece que la serie no es estacionaria. Para la serie en primera diferencia se hizo la misma prueba obteniéndose un valor $DF = -4,0681$, y $p = 0,01557$, probándose que la serie en primera diferencia si es estacionaria.

3.2 El Modelo

Se probaron varios modelos ARIMA, ensayando distintos ordenes en la parte de regular, ya que esta serie de tiempo no tiene parte estacional, pues las medidas son anuales. En el cuadro 1 solo se muestran algunos de ellos. Los primeros cinco modelos a pesar de tener mejor bondad de ajuste que el sexto, sus coeficientes no resultaron ser estadísticamente significativos, o presentaron algún patrón de correlación en los residuos. Por tal razón se escogió el sexto modelo bajo el criterio BIC, que bajo el criterio AIC ocupa el cuarto puesto. Es de resaltar que la diferencia entre ellos no es muy marcada como se aprecia al observar los valores de loglik, AIC o BIC. Este modelo consideraba un modelo autoregresivo de orden 2 ($p=2$), integrado de orden 1 ($d=1$), y de segundo orden en las medias móviles ($q=2$). En el cuadro 2 se muestran la estimación de los coeficientes, así como sus respectivos errores

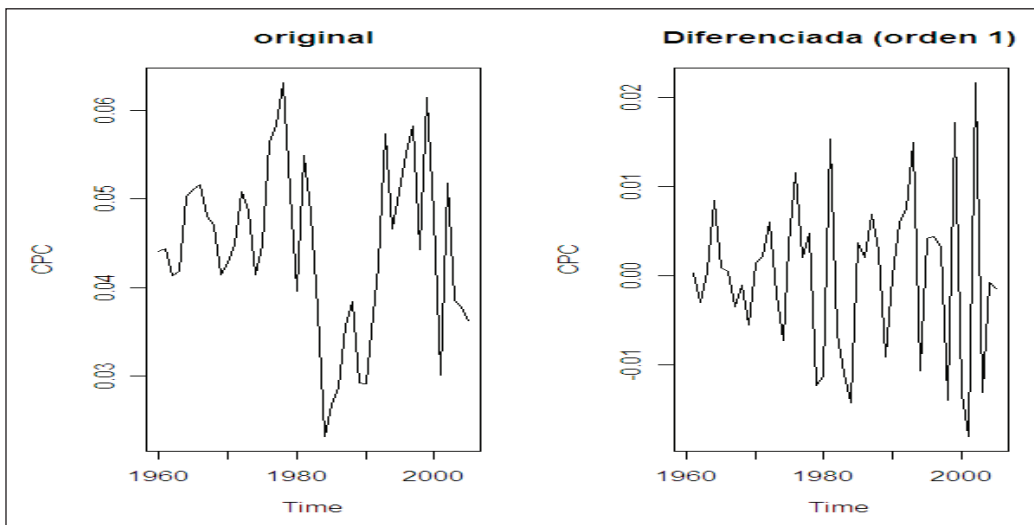


Figura 6. Serie original y serie en primera diferencia.

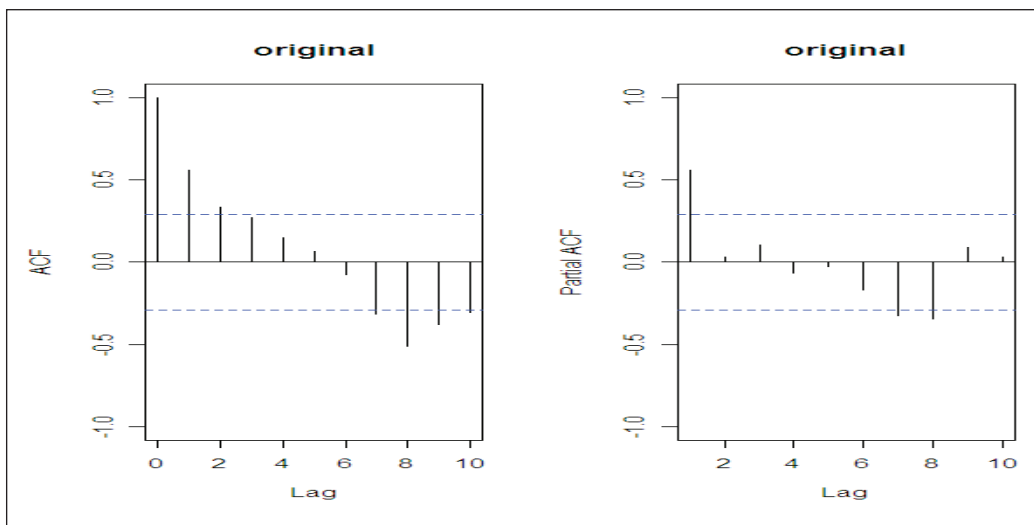


Figura 7. Correlograma simple y parcial para la serie original.

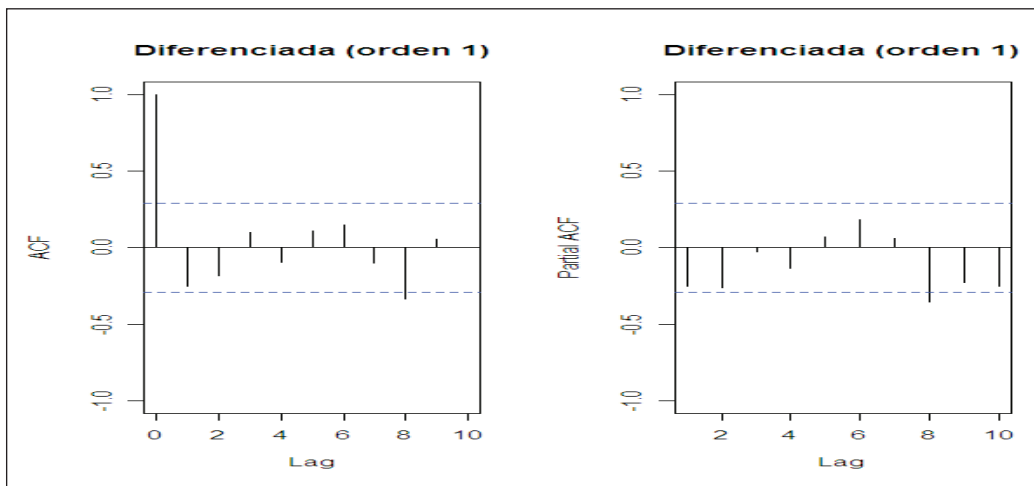


Figura 8. Correlograma simple y parcial para la serie diferenciada de orden 1.

Cuadro 1. Modelos ajustados y valores de los criterios de bondad de ajuste BIC y AIC.

Modelo	p	d	q	loglik	BIC	AIC	rank AIC
1	0	1	1	151,14	-294,63	-298,28	2
2	1	1	1	152,84	-294,19	-299,67	1
3	1	1	0	150,15	-292,64	-293,3	6
4	2	1	0	151,69	-291,89	-297,37	3
5	2	1	1	151,75	-288,19	-295,51	5
6	2	1	2	153,43	-287,71	-296,86	4

Cuadro 2. Estimación y error estándar de los coeficientes del modelo ARIMA p=2, d=1, q=2.

Coeficientes				
	ar1	ar2	ma1	ma2
Estimación	-0,342	0,521	0	-0,100
Error Estándar	0,136	0,136	0,118	0,118

estándar para el modelo ARIMA (p=2, d=1, q=2). Se aprecia que las estimaciones son mucho más grandes que los errores estándar en ambos los casos, por lo que se puede decir que estos son estadísticamente significativos.

En la figura 9 se muestran los correlogramas simple y parcial haciendo uso de los residuales de modelo ARIMA (p=2, d=1, q=2), en el que se puede ver que no existe ningún patrón que se pueda identificar, lo que lleva a pensar que el modelo ha capturado toda la información, por lo que se puede decir que el modelo ajusta a los datos.

Al hacer la prueba de Box-Ljung se obtuvo un valor de $X^2 = 18,641$ para 20 grados de libertad, y un valor p=0,5453. Por lo tanto no se puede rechazar la

hipótesis nula de que los coeficientes de correlación para los distintos rezagos son conjuntamente iguales a cero. Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, se obtuvo un valor de $W = 0,988$, y p-value = 0,9108, por lo que se puede decir que los residuos siguen una distribución normal, cumpliéndose uno de los supuestos del modelo.

En el cuadro 3 se muestra el pronóstico para los próximos seis años (2004–2010) del consumo aparente per cápita, así como los límites de confianza al 10% y 5% respectivamente

El pronóstico del consumo aparente de madera rolliza puede ser visto en la figura 10. En esta figura se graficó el consumo aparente, el cual tiene una tendencia creciente para el período 2006–2010, de mantenerse esta tendencia deberíamos tener un consumo aparente de 1.272.044 m³ al final del período.

El incremento en el consumo per cápita de madera rolliza, así como el incremento en la población hace que sea necesario incrementar la oferta de madera rolliza para satisfacer las necesidades del país. Sin embargo en estos momentos conociendo los ambiciosos planes que adelanta la empresa CVG-PROFORCA, principal productora de pino caribe en Venezuela, como lo son la producción de 50.000 casas de madera al año, y el suministro de materia prima a la planta de pulpa (PULPACA), se prevé que la oferta, a través de la producción nacional de madera de proveniente de plantaciones, no aumentará en las cantidades necesarias para alcanzar un consumo aparente deseado antes de considerar los proyectos de CVG-PROFORCA; lo que llevara al alza en los precios de la madera en el futuro inmediato en el país, y a su vez disminuya la brecha entre la oferta y la demanda.

Con estos pronósticos para los próximos años será necesario incrementar la oferta de madera rolliza pues no solo hay una tendencia creciente en el

Cuadro 3. Pronóstico del consumo aparente per cápita para los próximos 6 años y límites de confianza al 10% y 5% de confianza.

Año	Pronóstico	Límites de Confianza			
		10%	90%	2,50%	97,00%
2006	0,040	0,030	0,050	0,025	0,056
2007	0,042	0,030	0,054	0,023	0,060
2008	0,043	0,031	0,056	0,024	0,062
2009	0,043	0,030	0,056	0,024	0,064
2010	0,044	0,031	0,057	0,025	0,063

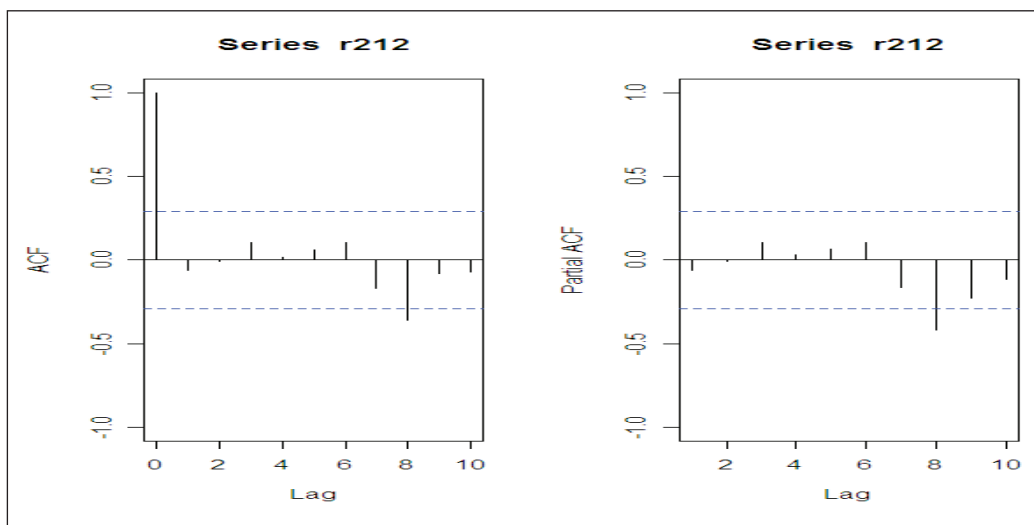


Figura 9. Correlogramas simple y parcial usando los residuos del modelo ARIMA ($p=2, d=1, q=2$).

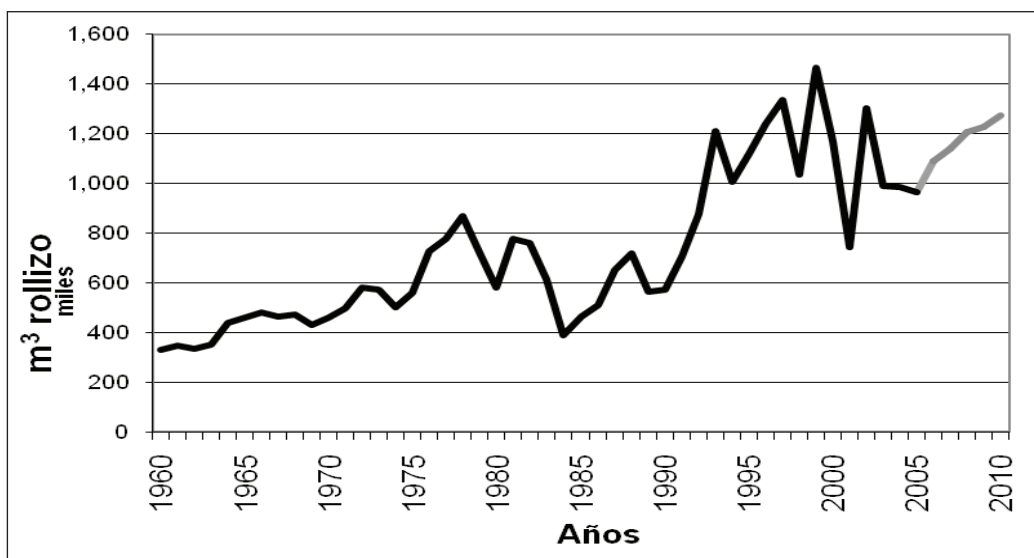


Figura 10. Pronóstico del consumo aparente de madera rolliza.

consumo aparente per cápita, sino que además habría que tomar en cuenta el crecimiento poblacional. El aumento del consumo aparente puede darse de tres maneras: (1) disminuyendo las exportaciones, la cual no es una alternativa debido al bajo volumen exportaciones de madera rolliza en el país, (2) aumentando las importaciones, la cual no debería ser la mejor alternativa debido a que ello estancaría la industria nacional aguas arriba, como ocurrió en la década de los setenta, y (3) incrementando la producción nacional, bien sea con madera proveniente de bosques naturales o plantaciones forestales. El aumento en el consumo aparente per cápita puede verse en la figura 11.

El consumo aparente per capita de madera en rollos en Venezuela no ha variado sustancialmente desde 1960, a pesar del incremento en los últimos años de la producción nacional. Este comportamiento puede ser explicado por un crecimiento más acelerado de la población que del consumo aparente de madera rolliza en el país. Además de ello el ingreso per capita es mayor hoy en día que en 1960, lo que lleva a pensar que las necesidades de consumo de madera hoy en día son mayores, por lo que debe existir un déficit en la oferta de madera en el país.

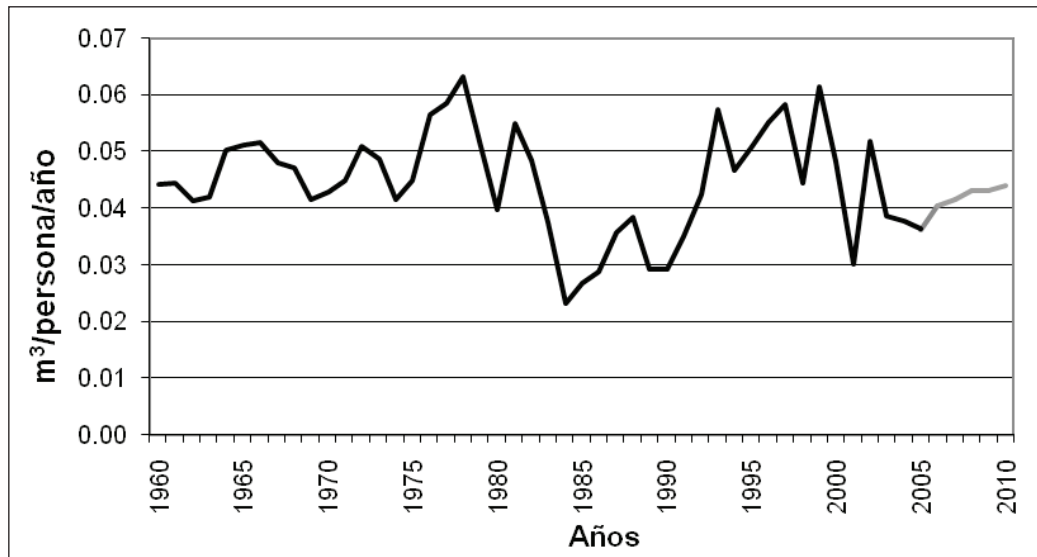


Figura 11. Pronóstico del consumo aparente de madera rolliza per cápita.

4. Conclusiones y recomendaciones

El consumo de madera venezolana es extremadamente bajo, y nuestras proyecciones indican que aumentará un poco en el futuro. De la misma manera, el consumo venezolano debería aumentar a medida que aumentan el producto interno bruto y la población, y así poder alcanzar los niveles de otros países en Latinoamérica. Nuestra investigación indica que se encontró que el mejor ajuste se logró con un modelo ARIMA ($p=2$, $d=1$, $q=2$), es decir un modelo en el cual el consumo aparente per capita de madera rolliza depende de sus propios valores rezagados (autoregresivo de orden 1) y del promedio móvil de los términos de error presente y pasados.

Se pronostica una tendencia creciente en el consumo per cápita de madera rolliza, lo que implica la necesidad de incrementar la oferta de madera rolliza en el país, la cual preferiblemente debería darse a través de un crecimiento en la producción nacional, y no por incremento de las importaciones. También se prevé que para el año 2010 el consumo aparente per capita de madera rolliza sea de $0,0441 \text{ m}^3$. Sin embargo es importante conocer esta cifra pues sería de utilidad para la planificación de la producción de madera y la implicación que tiene aguas abajo en la industria.

El incremento en el consumo per capita de madera rolliza, así como el incremento en la población hace que sea necesario incrementar la oferta de madera rolliza para satisfacer las necesidades del país. Para el año 2010 se pronostica que el consumo aparente

alcanza un valor de $1.272.044 \text{ m}^3$, ello sin que acontezca un evento distinto que modifique la tendencia histórica, lo que equivale a un valor cercano a 27% del consumo aparente de madera rolliza alcanzado en el 2005. Sin embargo dados los ambiciosos planes de la mayor productora de madera en rollos en Venezuela, CVG-PROFORCA, estas cifras serán difíciles de alcanzar, pues parte de la producción nacional será destinada para el autoabastecimiento de esta empresa.

Para evitar una caída en el consumo per capita de madera rolliza sería necesario (1) incrementar las importaciones, (2) incrementar la producción de madera proveniente de bosques naturales, y establecer en el muy corto plazo plantaciones forestales, o (4) aumentar la intensidad del manejo en bosques plantados y naturales. Una combinación de estas herramientas puede ser más efectiva para proveer de madera adecuadamente al país. En Venezuela se debería consumir más madera industrial, y producirla de acuerdo a sus necesidades propias. Por lo que se recomienda adelantar una política que permita aumentar la oferta interna a objeto de incrementar el consumo vía disminución de la brecha entre la oferta y la demanda nacional, dicha política ha de considerar las ventajas y desventajas de la utilización de dos de los componentes del consumo aparente a saber importación y producción nacional.

Además del déficit, para el 2010, previsto en esta investigación cercano al 27% del consumo aparente alcanzado en el 2005, y de la disminución de la oferta en el país de madera proveniente de CVG-PROFORCA

debido a los proyectos de gran envergadura que lleva adelante, es de vital importancia conocer el impacto que podría tener, el eventual tratado de libre comercio entre Colombia y Estados Unidos. Es probable que se reduzcan las importaciones de madera y productos elaborados a partir de ella, desde Colombia, y se incremente el flujo desde Venezuela hacia Colombia; lo que haría que el déficit de madera rolliza en Venezuela sea aun mayor.

La falta de políticas coherentes, además de algunas particularidades propias de la industria, han impedido que este subsector de la economía se haya consolidado para contribuir en el desarrollo y crecimiento económico del país. Esperamos que Venezuela haga mayores esfuerzos en el futuro para autoabastecerse de madera, mejore las condiciones de vida de las comunidades rurales, y mejore su economía en el sector forestal.

5. Referencias bibliográficas

- BAPTISTA, A. 1997. *Base cuantitativa de la economía venezolana 1830-1995*. Caracas. Venezuela. Fundación Polar. 353 p.
- CARRERO, O. y V. ANDRADE. 2005. La contribución de las actividades del sector primario y secundario de la cadena Forestal al PIB de Venezuela en los últimos 50 años, y su relación con algunas variables macroeconómicas. *Revista Forestal Venezolana* 49(1): 39-47.
- CARRERO, O. 1983. *La demanda de recursos forestales y el desarrollo forestal deseable*. I seminario sobre el desarrollo de la industria forestal. M.A.R.N.R. Dirección General Sectorial de Planificación y Ordenación del Ambiente. Caracas. Venezuela. 56 p.
- CARRERO, O. y E. BLUHM. 1976. *Situación del abastecimiento de productos forestales para la industria forestal*. Caracas. Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. 66 p.
- CHATFIELD, C. 2000. *Time Series Forecasting*. Chapman & Hall CRC. USA. 280 p.
- DIAZ, A. 1984. *Proyección de la demanda de madera rolliza para productos de la industria mecánica en Venezuela*. Trabajo ascenso. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 132 p.
- FAO. 2007. Statistical Information. En línea: www.fao.org [Consultado: 06/05/2007].
- GONZALEZ, R. W, D. SALONI, S. DASMOHAPATRA y F. CUBBAGE. 2008. South America: industrial roundwood supply potential. *BioResources* 3(1): 255-269.
- GUJARATI, D. 2004. *Basic Econometrics*. Mac Graw Hill. USA. 1.002 p.
- MARN. 1999. *Boletín Estadístico Forestal*. Dirección General Sectorial del Recurso Forestal. Caracas, Venezuela. 76 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2006. *Anuario Estadísticas Forestales año 2006*. Dirección General Sectorial del Recurso Forestal. Caracas, Venezuela. 150 p.
- OCEI. 1982. *Anuario Estadístico de Venezuela*. Caracas. República de Venezuela. Presidencia de la República. 1.232 p.
- OCEI. 1985. *Anuario Estadístico de Venezuela*. Caracas. República de Venezuela. Presidencia de la República. 1.112 p.
- OCEI. 1988. *Anuario Estadístico de Venezuela*. Caracas. República de Venezuela. Presidencia de la República. 1.320 p.
- OCEI. 1991. *Anuario Estadístico de Venezuela*. Caracas. República de Venezuela. Presidencia de la República. 1.265 p.
- OCEI. 1994. *Anuario Estadístico de Venezuela*. Caracas. República de Venezuela. Presidencia de la República. 1.328 p.
- OCEI. 1998. *Anuario Estadístico de Venezuela*. Caracas. República de Venezuela. Presidencia de la República. 1.354 p.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT release 8.2. SAS Inst., Cary, NC. 347 p.
- YUSUF, A. y C. EDOM. 2007. Determinants of timber exports in Nigeria: an error correction modeling approach. En línea: <http://mpr.ub.uni-muenchen.de> [Consultado: 26/05/2008].