

SOBRE LA PREDICCIÓN DE LA MORTALIDAD GENERAL EN VENEZUELA CON EL MÉTODO DE BOX-JENKINS (AÑOS 1996-2006)*.

Freddy López

Sociedad Anticancerosa de Venezuela. Caracas. Venezuela. freddyvate01@gmail.com

*Las ideas y opiniones son responsabilidad del autor y no representan la opinión de la Sociedad Anticancerosa de Venezuela.

Resumen

Se analiza la mortalidad general de Venezuela entre los años 1996 y 2006 en el sentido de entender sus patrones probabilísticos a través de modelos de series de tiempo. Para este fin se comienza comentando cómo ha variado la tendencia y estacionalidad de la serie histórica, como paso previo a la modelación ARIMA (Box & Jenkins 1976). En principio se trabaja con tres series de tiempo, a saber: la mortalidad general, la mortalidad general masculina y la mortalidad general femenina, y se deja una ventana abierta al modelado por grupos etáreos y por causas específicas.

Palabras clave: Series de tiempo, modelos autorregresivos integrados de promedios móviles, mortalidad.

Abstract

On the prediction of general mortality in Venezuela using Box-Jenkins method.

We analyze the general mortality from Venezuela between 1996 and 2006 in the sense of understand the probabilistic patterns by using time series models. For this aim, we begin showing how the trend and seasonality has varied as a previous step to ARIMA modeling. We work with three time series: general mortality, male general mortality, and female general mortality and we show an open window to model by aged group and specific cause.

Keywords: Time series, autoregressive integrated moving average, mortality.

INTRODUCCIÓN.

El conocimiento de los indicadores de mortalidad es de fundamental importancia en todo país porque ellos reflejan la calidad de vida de la población y muchas de las posibles amenazas a las que está sometida. Conocer la cantidad de fallecidos ayuda a ejecutar medidas de control, prevención y planificación a varios niveles. A este respecto, las Naciones Unidas tienen como objetivo cuarto la reducción de la mortalidad infantil, extendiéndose esta hasta los niños de cinco años de edad¹. En este sentido, se han propuesto y utilizado diversos métodos para cuantificar y proyectar la mortalidad a lo largo del tiempo. En la actualidad, el método posiblemente más difundido es el método de Lee-Carter (Lee & Carter 1992, Lee 2000, Lee & Miller 2001) que ha tenido muchas ramificaciones, detractores, y duplicaciones en distintos países (Booth et al. 2006). Este método es ampliamente utilizado debido, entre otras cosas, a su sencillez. En él se estima una ecuación de la forma

donde k_t es la tasa de mortalidad en la edad x al tiempo t , k_t es un índice del nivel de mortalidad en el tiempo t , a_x es el patrón promedio de mortalidad a través de los años, b_x es el peso del índice de mortalidad asociado a la edad x , y ϵ_t es el residual.

Es un modelo dependiente donde se *regresa* la tasa de mortalidad utilizando un factor común no observado, k_t , estimado a partir de los datos de las tasas de mortalidad. Existen otros modelos que consideran variables del tipo espacial y geográfico (Waller & Gotway 2004) que se han implementado satisfactoriamente en la predicción de la mortalidad e incidencia por algunas causas específicas como el cáncer (Pickle et al. 2007).

En la mayoría de los trabajos mencionados, los investigadores trabajan con las tasas (brutas) de mortalidad más que con el número exacto de muertes, debido a que en el campo epidemiológico se utilizan las tasas para fines comparativos. Esto se debe a que las tasas de mortalidad están definidas sobre un período de tiempo y, generalmente, sobre un grupo geográfico. Cuando el análisis debe ser más detallado se hace la inclusión de otras categorías o subgrupos para evitar factores de confusión; por ejemplo, los grupos de edad. La tasa

¹Revisar las Metas del Milenio:
<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/index.shtml>

bruta de mortalidad se calcula usando: donde p es generalmente 5.

Esto se hace porque las poblaciones de una región no se mantienen aproximadamente constantes a lo largo del tiempo y es necesario ponderar por el número de personas en riesgo. Sin embargo, modelos como los ARIMA no exigen que el tipo de variable sea tasa y además, en su expresión más sencilla, no necesitan la entrada de variables adicionales: solo el registro histórico del evento.

Siendo y_t el registro del número de muertes en el momento t (trimestres, semestres, años, ...) el modelo toma la forma aproximada

Los modelos ARIMA se han utilizado como medida preventiva (a la expresión $(Y_t - \mu)^2 + E[(Y_t - \mu)^2]$ se le llama σ^2 y $(Y_{t-s} - \mu)^2 + E[(Y_{t-s} - \mu)^2]$ se le llama σ^2 de muerte.

Los modelos ARIMA se han utilizado para el estudio de la evolución de ciertas enfermedades y causas de muerte para la detección temprana de posibles epidemias. Por ejemplo Fazekas (2001) analiza dos series de tiempo para datos de mortalidad: enfermedades del sistema digestivo y la serie que engloba las enfermedades respiratorias de bronquitis, enfisema y asma. Alonso & Aguirre (1992) presentan en un ensayo una serie de estimaciones ARIMA para un brote de enfermedades diarreicas con notable precisión. En Cuba, Coutin (2007) muestra una aplicación con enfermedades diarreicas y enfermedades respiratorias agudas. La autora señala que pese a la complejidad de la obtención del modelo más idóneo, el método resulta exitoso. Páez (2007) utilizó esta misma metodología en el modelamiento de brotes de dengue febril en Venezuela utilizando como insumo el reporte de las semanas epidemiológicas.

En este trabajo se modelará la mortalidad general (el número de muertes) en Venezuela desde enero de 1996 hasta diciembre de 2006 por medio de modelos ARIMA (Box & Jenkins 1976). Se utilizará el número de muertes absoluto como forma introductoria al método con el fin de dejar abierto el método a causas de muerte más específicas.

METODOLOGÍA.

La metodología ARIMA está descrita en el trabajo fundamental de Box & Jenkins (1976) y varias obras posteriores de otros autores, desarrolladas principalmente al campo económico, como Chatfield (1996) o Enders (2004). En este espacio, se dará una brevísimas descripción del método esperando que el lector interesado consulte las fuentes.

MODELO AUTORREGRESIVO AR(P)

Un modelo autorregresivo de orden p para el proceso Y_t se puede representar con

(1)

donde μ es una constante², ϕ_i son parámetros a estimar y ε_t es un proceso ruido blanco.

La teoría exige condiciones de estacionalidad en covarianza, que no es otra cosa que el proceso estocástico tenga media, variancia finita y constante en el tiempo y que las covariancias solo dependan de la diferencia de los retardos. Más formalmente para todo t y $t-s$ se exige que $E(Y_t) = E(Y_{t-s}) = \mu$,

$E[(Y_t - \mu)(Y_{t-s} - \mu)] = E[(Y_{t-j} - \mu)(Y_{t-j-s} - \mu)]$, donde γ_s son todas constantes.

Para una serie estacionaria es de utilidad el gráfico de autocorrelación y gráfico de autocorrelación parcial. Por ejemplo, para un proceso $AR(1)$, a saber, un modelo de la forma $y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$, la condición necesaria de estacionalidad se da cuando $|a_1| < 1$, en cuyo caso, el correlograma converge geoméricamente hacia cero (Enders 2004, pp. 60-67).

Al cumplirse estas condiciones, se puede estimar el modelo de la Ec. 1 para distintos valores de p y escoger el que mejor se adecue a los datos. Los métodos de estimación se pueden leer en detalle en la bibliografía señalada.

MODELO DE PROMEDIOS MÓVILES MA(Q)

Un modelo de promedios móviles de orden q para el proceso Y_t se puede representar

(2)

donde θ_i son los parámetros del modelo y ε_t son el término de error. En este caso, el modelo necesita ser invertible. Formalmente, y_t es invertible si puede ser representado por un proceso de orden finito o proceso autorregresivo convergente (Enders 2004). Por ejemplo, el modelo $MA(1)$ de la forma $y_t = \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1}$ es invertible si $|\beta_1| < 1$. Por otro lado, la forma de estimar los parámetros es computacionalmente un poco más compleja que en el caso anterior (Enders 2004). En la práctica, el investigador debe centrarse en la cantidad de retardos q con la que el modelo se ajusta mejor.

²Algunos autores omiten este término.

MODELOS ARMA(P,Q)

Al considerar los dos casos anteriores en un solo modelo, se habla de un modelo *autorregresivo de promedios móviles*, cuya representación es

(3)

Naturalmente, también se exigen las condiciones de estacionalidad débil y de invertibilidad. La forma de estimar la Ec. 3 está vinculada estrechamente con el método de mínimos cuadrados, aunque se puede estimar por otras vías (Box y Jenkins 1976, Chatfield 1996, Enders 2004). De nuevo en la práctica la complejidad se centra en el hallazgo de los mejores valores de p y q .

MODELOS ARIMA(P,D,Q) Y SARIMA(

En algunas oportunidades la estacionalidad exigida no está presente y, por lo tanto, hay que tomar transformaciones para conseguirla. Cuando la serie temporal tiene tendencia, una de las transformaciones es considerar la *diferenciación* de la serie. Una diferenciación puede ser de la forma $Y_t - Y_{t-1}$ donde lo que se ha hecho es restar del valor actual de la serie, su valor anterior³. En este caso, esa diferenciación es simple, se representa con la letra d y corresponde a un $d=1$. Cabe la posibilidad que sea necesario diferenciar en varias oportunidades para alcanzar la estacionalidad. Con esta serie diferenciada, se trabajan los modelos ARMA mencionados arriba, tomando el nombre de modelos *autorregresivos integrados de promedios móviles*, ARIMA.

Otras veces, cuando la serie presenta patrones estacionales (debido a temporadas, estaciones, fenómenos regulares, etc.) y no se consigue estacionalidad, resulta conveniente diferenciar estacionalmente. Una diferenciación estacional puede ser, por ejemplo, $Y_t - Y_{t-s}$ donde s es el período estacional presente en la serie. Si la serie es mensual, $s=12$, semestral, $s=6$, etc.

Con esta serie diferenciada en forma regular y estacional se puede trabajar un modelo ARIMA ampliado donde posiblemente sea necesario considerar parámetros en ambas partes (regular y estacional). El modelo se extiende y se representa con ARIMA⁴. El objetivo del investigador es

encontrar los valores de p,d,q,P,D y Q que mejor representen la serie, para ello se aplica el principio de *parsimonia*. El incorporar coeficientes adicionales incrementará las medidas de bondad del ajuste (por ejemplo, elevará el R^2) al costo de la reducción de los grados de libertad. Box & Jenkins arguyeron que la parsimoniosidad en los modelos produce mejores predicciones que los modelos sobreparametrizados. La idea del principio de parsimonia es hallar y trabajar, por ejemplo, con el modelo $AR(1)$ en lugar del modelo $MA(q)$, con valores altos de q , puesto que ambos representan bien la misma serie.

Una nota sobre el software. No es necesario un software de cómputo de costoso mantenimiento y de difícil acceso. Todos los análisis llevados a cabo en este trabajo, fueron realizados con R y Gretl (R Development Core Team 2007, Cottrell & Lucchetti 2008), ambos elaborados bajo la filosofía del software libre.

RESULTADOS

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos con las tres series estudiadas: mortalidad general mensual, mortalidad general masculina y femenina para Venezuela entre los años 1996 a 2006. Los datos fueron obtenidos a partir de la base de datos de los Anuarios de Mortalidad de Venezuela (Ministerio del Poder Popular para Salud 1996 hasta 2006), bajo la categoría 'Todas las muertes'.

Antes se comenta la forma de la serie de mortalidad general (Figura 1). En esta serie se nota una marcada tendencia creciente. Digno es mencionar que cualquier proyección en base únicamente a la tendencia estaría desacertada, en principio, por las bruscas fluctuaciones que se pueden suceder. En la Figura 1 se han estimado los intervalos confidenciales del 95% con base en la tendencia y se observa que la mayoría de la serie no está contenida dentro de ellos. Por otro lado, el patrón estacional está presente pero no de forma clara para estos años (Figura 1).

³La notación más usual es $(1-L)Y_t$.

⁴Algunos autores los denominan SARIMA por *seasonality*.

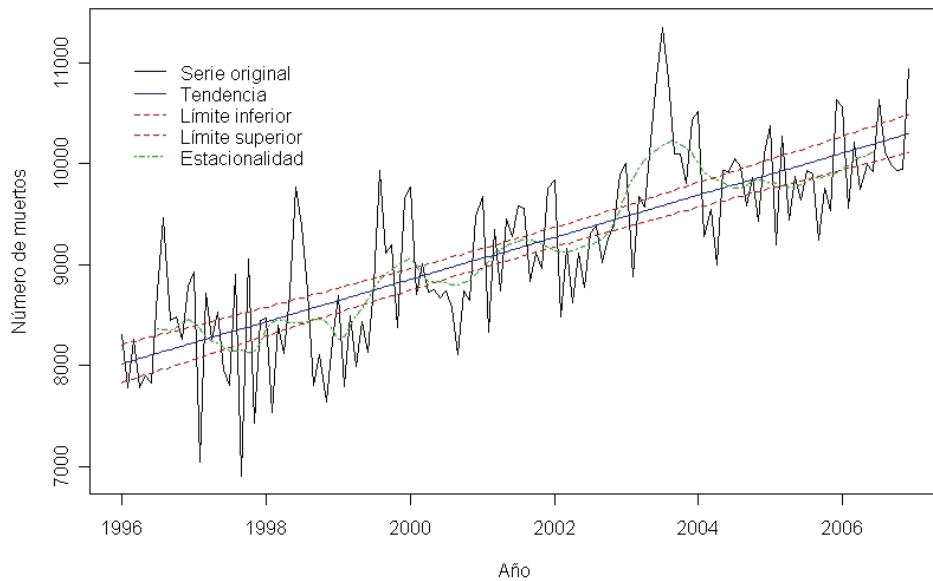


Figura 1: Mortalidad General.

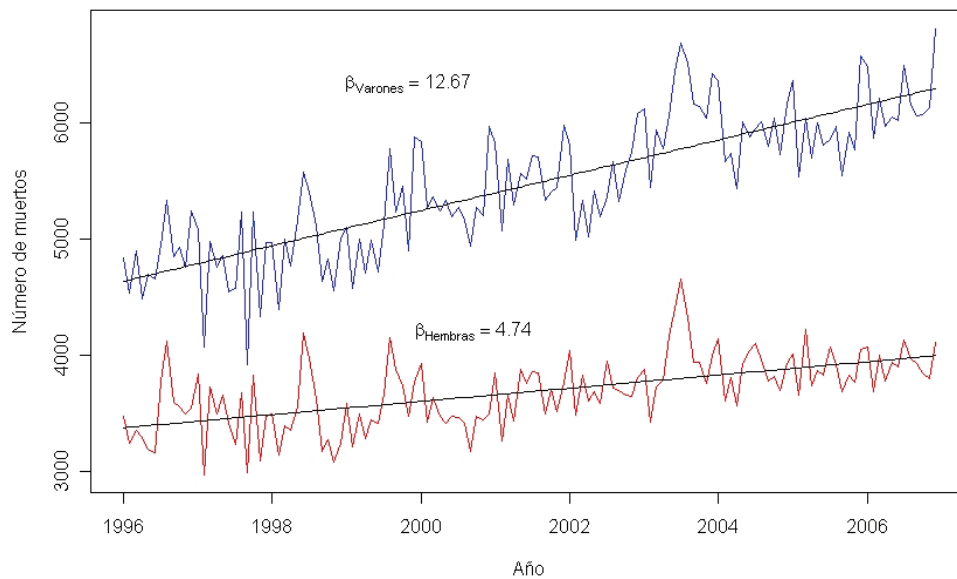


Figura 2: Comparación de las mortalidades para ambos sexos. La línea superior es la mortalidad para hombres y la línea inferior es la mortalidad para las mujeres. Se muestra la tendencia para cada una de ellas. La pendiente para los hombres ($\beta_{\text{Hombres}}=12.67$) es casi tres veces la pendiente de las mujeres

Asimismo se presenta la Figura 2 donde se hace patente no solo que la mortalidad masculina es más elevada que la mortalidad femenina sino que, las muertes de los hombres están creciendo a un ritmo más acelerado que el de las mujeres. Ahora es conocido que existe una mayor mortalidad

masculina que femenina en la mayoría de los países, pero llama profundamente la atención el hecho que el ritmo de muerte para los hombres sea mayor que el de las mujeres. No obstante, se debe recordar que no se están considerando variables confusoras (como la edad o fenómenos migratorios).

MORTALIDAD GENERAL

Para buscar el mejor modelo ARIMA se dividió el conjunto de datos en dos grupos: uno contenido del primer 70% de la serie, y el otro con el 30%. Con el primer grupo de datos se buscó un modelo tentativo

que representara y ajustara lo mejor posible a los datos y se hicieron proyecciones para verificar si estas estaban cercanas a lo que realmente se sucedió con el 30% restante.

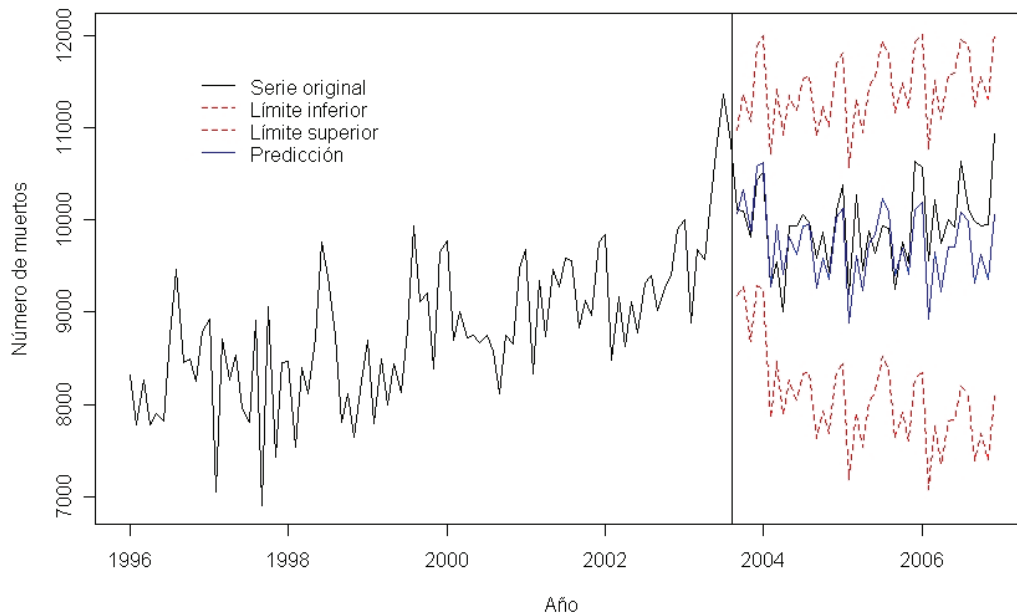


Figura 3: Mortalidad General. Modelo ARIMA; **Error!** Estimado con el 70% de los datos para estudiar su eficacia predictiva.

Esta estrategia arrojó como mejor modelo el ARIMA, representado en la Figura 3 y tabla 1. La tabla arroja los resultados numéricos de la estimación. En la Figura 3 se observa que para las primeras observaciones del 30%, la predicción fue bastante cercana, separándose de la real hacia las observaciones del año 2006⁵.

Para verificar si el modelo ha ajustado correctamente se dibujaron las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de los residuales del modelo escogido y se muestran en las Figuras 7 y 8. Se han calculado otros sumarios gráficos. Entre ellos

- un dibujo de los residuos estandarizados con el fin de observar si alguno de ellos está muy alejado del valor cero,

- un gráfico de autocorrelación para los residuos que arroja luces sobre un posible ajuste mal realizado y
- los valores p del estadístico Ljung-Box (éste estadístico se muestra gráficamente hasta el décimo rezago pero se calculó numéricamente hasta el rezago 24: Figura 9).

⁵Nótese que ha sido necesario diferenciar una vez estacionalmente ($D=1$).

Tabla 1: Mortalidad general. Estimación del modelo ARIMA.

Call:

arima(x = y, order = c(2, 1, 2), seasonal = c(1, 1, 1), method = "ML")

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	ma2	sar1	sma1
	0.0024	0.4957	-0.5137	-0.4863	-0.2442	-0.7329
s.e.	0.1868	0.1156	0.2006	0.1970	0.1133	0.1110

sigma² estimated as 137255: log likelihood = -882.43, aic = 1778.86

	Predicción	Límite Inferior	Límite Superior
2007 Ene	11041	10309	11773
2007 Feb	9801	8982	10620
2007 Mar	10530	9627	11433
2007 Apr	9980	9056	10905
2007 May	10520	9574	11467
2007 Jun	10483	9530	11436
2007 Jul	10783	9823	11743
2007 Ago	10743	9781	11705
2007 Sep	10102	9137	11067
2007 Oct	10455	9489	11421
2007 Nov	10156	9189	11123
2007 Dic	10973	10006	11941

MORTALIDAD GENERAL MASCULINA Y FEMENINA

El mismo procedimiento fue utilizado para buscar el mejor modelo ARIMA para los datos de mortalidad general masculina y femenina.

Para la mortalidad general masculina el mejor modelo encontrado fue un ARIMA; **Error!** El resumen para los datos masculinos se observa en la Figura 10. No se muestran mayores problemas en el ajuste. Las predicciones se observan en la Figura 5 y en la tabla. Los valores precisos de las estimaciones están en la tabla 3.

Por su parte, la predicción de la mortalidad femenina se muestra en la Figura 6 y en la tabla para el modelo ARIMA. La tabla de talla de los valores de las estimaciones puntuales. Parte de la verificación de supuestos se puede ver en las Figuras 10 y 11, respectivamente.

En ambos casos se incluyeron algunos valores no significativos a los niveles tradicionales de confianza debido a que el modelo mostrado presenta mejores características, especialmente mejores estimaciones y mejor comportamiento para los errores.

MedULA en Internet

Usted puede acceder y descargar todos los contenidos de la revista MedULA, a texto completo, desde algunas de las siguientes páginas de la Web, entre otras: www.saber.ula.ve/medula; www.latindex.org; www.periodica.org; www.doaj.org; www.freemedicaljournals.com; www.fj4d.com; <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extrev?codigo=7642>; www.portalesmedicos.com; <http://web5.infotrac.galegroup.com>; www.ebsco.com; www.monografias.com; www.imbiomed.com; www.indexcopernicus.com

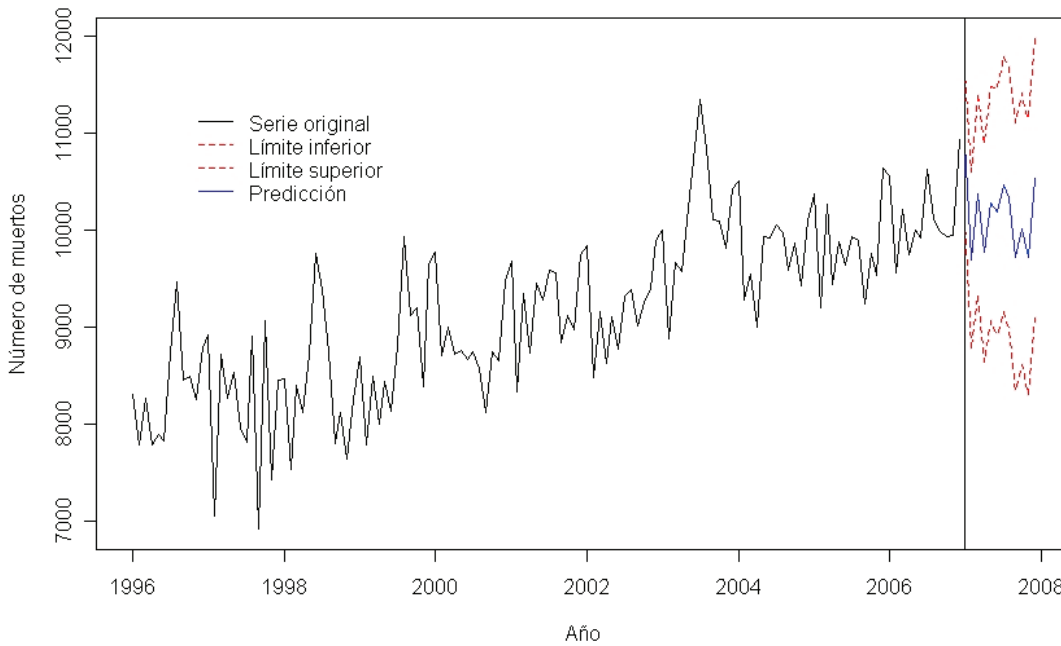


Figura 4: Mortalidad General. Modelo ARIMA. Estimado con el 100% de los datos.

Tabla 2: Pronósticos para la mortalidad general por mes para el modelo ARIMA estimado con el 100% de los datos.

Call:

```
arima(x = y1, order = c(2, 1, 2), seasonal = c(1, 1, 0))
```

Coefficients:

```

      ar1      ar2      ma1      ma2      sar1
-0.0282  0.4757 -0.3964 -0.5777 -0.6299
s.e.    0.2743  0.1719  0.2852  0.2722  0.0916

```

sigma^2 estimated as 235615: log likelihood = -605.06, aic = 1222.13

	Predicción	Límite inferior	Límite superior
2007 Ene	6826	6332	7319
2007 Feb	6044	5479	6609
2007 Mar	6455	5837	7073
2007 Abr	6124	5479	6770
2007 May	6318	5655	6981
2007 Jun	6178	5505	6852
2007 Jul	6378	5698	7059
2007 Ago	6307	5623	6992
2007 Sep	6004	5316	6691
2007 Oct	6233	5544	6923
2007 Nov	6157	5466	6847
2007 Dic	6915	6223	7607

Tabla 3: Mortalidad general masculina. Estimación del modelo ARIMA.

Call:

López 2009. Predicción mortalidad general en Venezuela, método Box-Jenkins. MedULA 18: 40-53.

```

arima(x = y1, order = c(2, 1, 2), seasonal = c(2, 1, 2))
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      ma2      sar1      sar2      sma1      sma2
-1.3347 -0.6491  1.0628  0.6293 -1.2392 -0.5170  0.3587 -0.6404
s.e.    0.2711  0.2047  0.2269  0.1566  0.1302  0.1466  0.7489  0.5061
sigma^2 estimated as 158130:  log likelihood = -599.27,  aic = 1216.55
    
```

	Predicción	Límite inferior	Límite superior
2007 Ene	4259	3912	4606
2007 Feb	3755	3371	4140
2007 Mar	4056	3637	4475
2007 Abr	3866	3441	4292
2007 May	4155	3721	4589
2007 Jun	4233	3798	4668
2007 Jul	4407	3970	4844
2007 Ago	4221	3783	4659
2007 Sep	3980	3542	4419
2007 Oct	4038	3600	4477
2007 Nov	3916	3478	4355
2007 Dic	4141	3702	4580

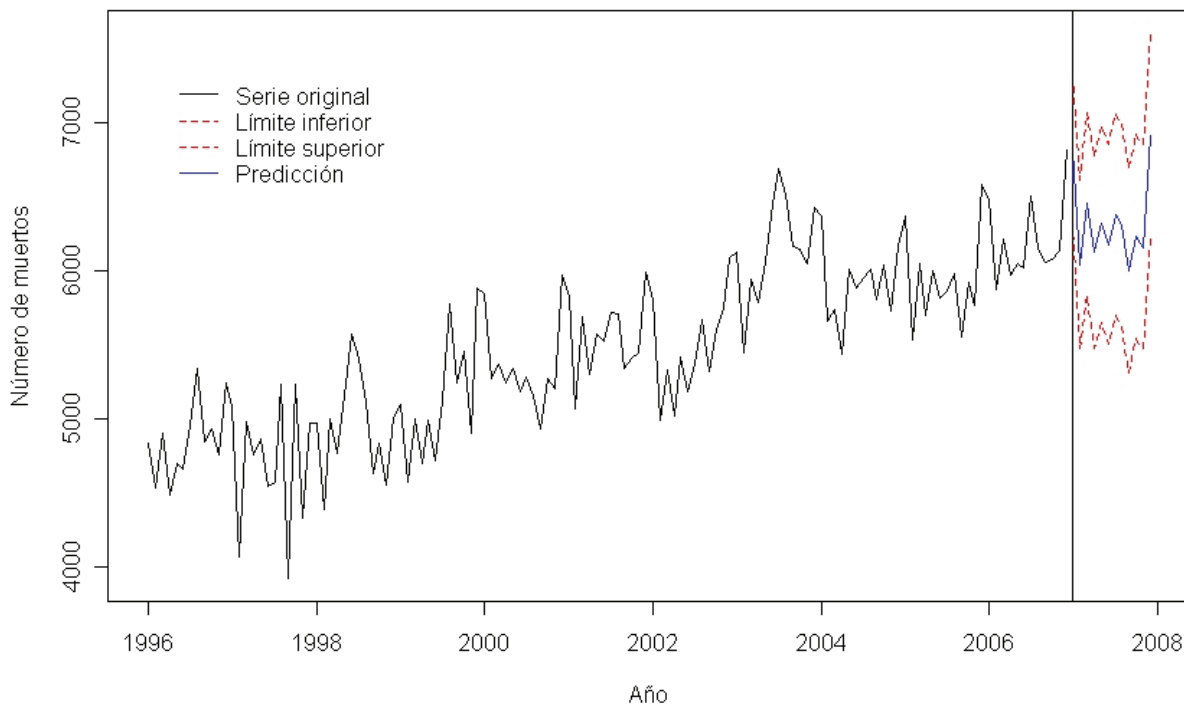


Figura 5: Mortalidad General (Hombres). Modelo ARIMA. Pronósticos para el 2007.

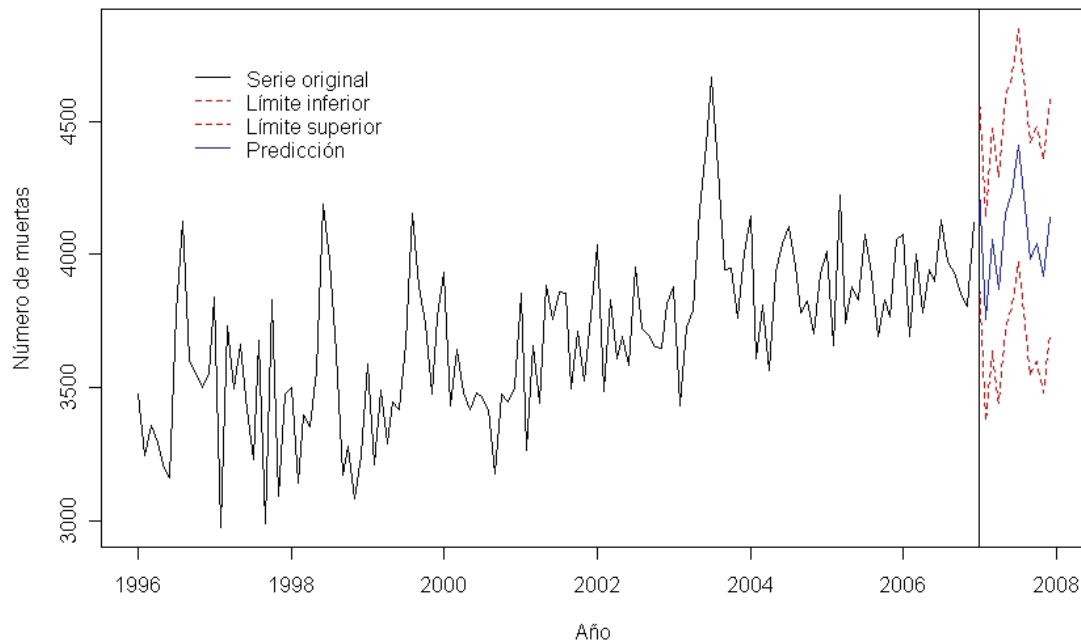


Figura 6: Mortalidad General (femenina). Modelo ARIMA Pronósticos para el 2007.

MedULA en Internet

Usted puede acceder y descargar todos los contenidos de la revista **MedULA**, a texto completo, desde algunas de las siguientes páginas

de la Web, entre otras: www.saber.ula.ve/medula;
www.latindex.org; www.periodica.org; www.doaj.org;
www.freemedicaljournals.com; www.fj4d.com;
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/extrev?codigo=7642>;
www.portalesmedicos.com;
<http://web5.infotracc.galegroup.com>; www.ebsco.com;
www.monografias.com; www.imbiomed.com;
www.indexcopernicus.com

DISCUSIÓN

En los modelos ARIMA encontrados en el modelamiento de la mortalidad general en este trabajo, los componentes estacionales fueron significativos en todos los casos y se evidenciaron al hacer una diferencia ($D=1$) pese a no estar visualmente claros. Los resultados ajustaron bien con los datos reales y por este motivo se espera se que los pronósticos realizados estén muy cercanos a la realidad futura. En la realidad futura no se vislumbra una declinación de la mortalidad neta venezolana.

Es importante investigar el por qué los hombres mueren con un ritmo más acelerado que las mujeres y estudiar cuál es la contribución por causa de muerte a la mortalidad general para ambos casos.

Se ha hecho mucha especulación en relación a las causas de muerte, no obstante, en Venezuela, las mismas causas de muerte han estado por los últimos años en los primeros lugares (Ministerio del Poder Popular para Salud 1996 hasta 2006), entre ellas las enfermedades del corazón, que ostenta el primer lugar en el último año reportado (2006), seguido por cáncer, suicidio y homicidio, enfermedades cerebrovasculares y los accidentes de todo tipo. Entre estas cinco primeras causas se excede el 50% de las causas de muerte en el país y por tanto las medidas de atención y prevención deben estar cifradas en el estudio exhaustivo de ellas.

La metodología ARIMA es perfectamente aplicable a cada una de estas causas, así como otros métodos estadísticos de predicción igualmente avanzados como la regresión con variable respuesta Poisson (Agresti 2002) o el análisis espacial mencionado anteriormente y descrito en Waller & Gotway (2004). Aunado al estudio diferenciado por sexos se puede considerar el despliegue por grupos de edad y por entidad federal. El campo de investigación es muy amplio y con pocos antecedentes en nuestro país.

El campo de investigación es muy amplio y con pocos antecedentes en nuestro país.

CONCLUSIONES.

En este trabajo se ha mostrado la aplicabilidad de la metodología Box-Jenkins en un problema de interés fundamental en la planificación médica: la predicción de la mortalidad. Antes de realizar las estimaciones, se mostró la tendencia creciente y la estacionalidad irregular de la mortalidad en nuestro país. También se mostró en la Figura 1 que en el país se ha estado muriendo, en números brutos y a una razón más elevada, una mayor cantidad de hombres que de mujeres. También se pone de manifiesto que no es sencillo modelar las series cronológicas y que no existe un modelo único que se pueda ajustar sobre el

mismo conjunto de datos. Esto supone la necesidad de dejar este tipo de análisis en manos de expertos y conocedores de la metodología para hallar el modelo más adecuado y más parsimonioso posible.

AGRADECIMIENTOS.

El autor agradece a la Sociedad Anticancerosa de Venezuela por proporcionar el ambiente de trabajo adecuado para la primera transcripción de este documento, y al equipo de árbitros de *MedULA* por hacer las correcciones y comentarios que ayudaron a mejorar su calidad. Las ideas y opiniones contenidas en este documento son responsabilidad del autor y no representan la opinión de la Sociedad Anticancerosa de Venezuela.

REFERENCIAS.

- Agresti A. 2002. *Categorical Data Analysis*. 2 edn. John Wiley.
- Alonso A, Aguirre A. 1992. Ensayo de modelos matemáticos para el pronóstico de situaciones epidémicas de las Enfermedades Diarreicas Agudas en Cuba. *MedULA* 1:
- Booth H et al. 2006. Lee-Carter mortality forecasting: a multi-country comparison of variants and extensions. Working Paper 13/06. Department of Econometrics and Business Statistics. ISSN 1440-771x.
<http://www.buseco.monash.edu.au/depts/ebs/pubs/wpapers/>.
- Box GEP, Jenkins GM. 1976. *Time Series Analysis, Forecasting, and Control*. Revised edition. Holden-Day, Englewood Cliffs, New Jersey. USA.
- Chatfield, C. 1996. *The Analysis of Time Series. An Introduction*. 5 edn. Chapman & Hall/CRC.
- Cottrell A, Lucchetti R. 2008, *Gretl User's Guide*, Dipartimento di Economia. Università Politecnica delle Marche.
<http://ricardo.ecn.wfu.edu/pub/gretl/manual/>.
- Coutin MG. 2007, Utilización de los modelos ARIMA para la vigilancia de enfermedades transmisibles. *Revista Cubana Salud Pública* 33:
- Enders, W. 2004. *Applied Econometrics Time Series*, 2 edn, John Wiley & Sons.
- Fazekas, M. 2001. Special Time Series Models for Analysis of Mortality Data. In: ISMDA 01: Proceedings of the Second International Symposium on Medical Data Analysis. Springer-Verlag, London, UK, pp.81–87.
- Lee, R. 2000. The Lee-Carter Method for Forecasting Mortality, with Various Extensions and Applications. *North American Actuarial Journal* 4: 80–93.

López 2009. Predicción mortalidad general en Venezuela, método Box-Jenkins. *MedULA* 18: 40-53.

Lee R, Carter L. 1992. Modeling and Forecasting the Time Series of U.S. Mortality. *JASA* 87(419):659–690.

Lee R, Miller T. 2001. Evaluating the performance of the Lee-Carter method for forecasting mortality. *Demography* 38: 537–549.

Ministerio del Poder Popular para Salud (1996 hasta 2006). Anuario de Mortalidad. Disponibles en <http://www.mpps.gov.ve>. Publicados anualmente en Venezuela.

Páez A. 2007, Comportamiento del Dengue Febril en Venezuela para el período 2004-2006 según semanas epidemiológicas. Memorias XVII Simposio de

Estadística. Estadística en la Evaluación de Riesgos. Cali. Colombia.

Pickle L et al. 2007. A New Method of Estimating United States and State-level Cancer Incidence Counts for the Current Calendar Year. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 57: 30–42.

R Development Core Tea. 2007. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Waller L, Gotway C. 2004. *Applied Spatial Statistics for Public Health Data*, John Wiley & Sons.

Recibido: 15 abril 2008. Aceptado: 30 marzo 2009.

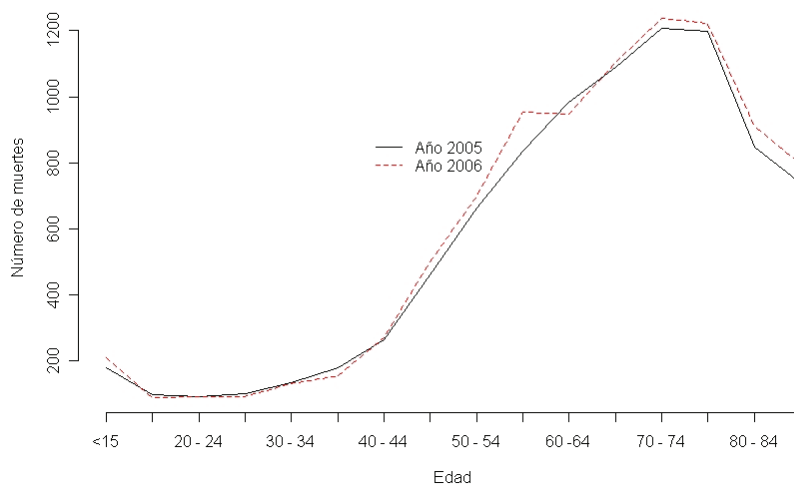


Figura 7: Función de autocorrelación para los residuales del modelo escogido para la mortalidad general. *Se espera que las autocorrelaciones estén dentro de los límites de confianza en un buen modelo.*

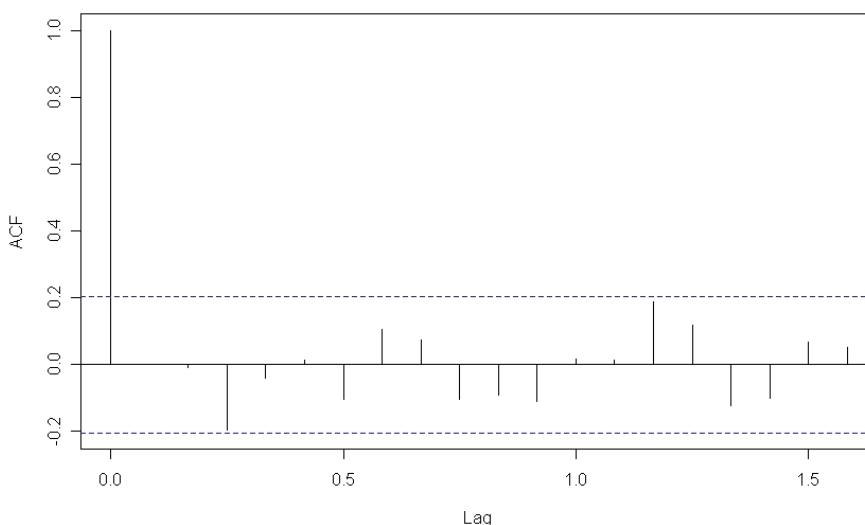


Figura 8: Función de autocorrelación parcial para los residuales del modelo escogido para la mortalidad general. Se espera que las autocorrelaciones parciales estén dentro de los límites de confianza en un buen modelo.

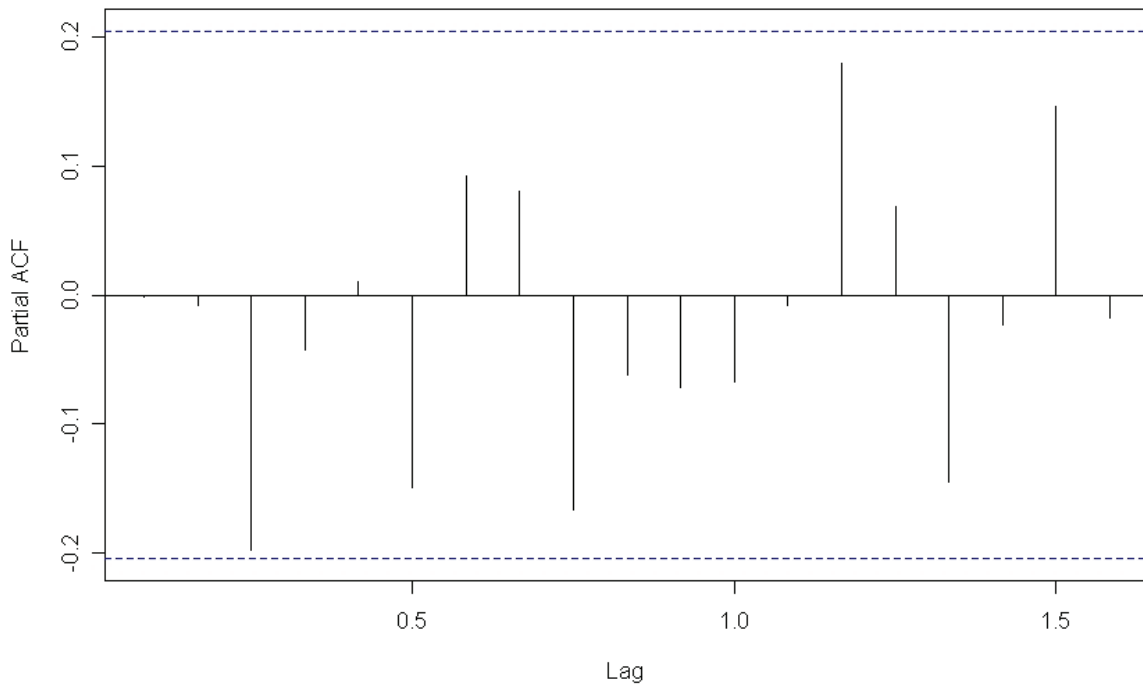


Figura 9: Mortalidad General. Modelo ARIMA. Exámenes de los residuales. La prueba de Ljung-Box fue realizada hasta el rezago 24 y el valor p más bajo fue 0.4386792

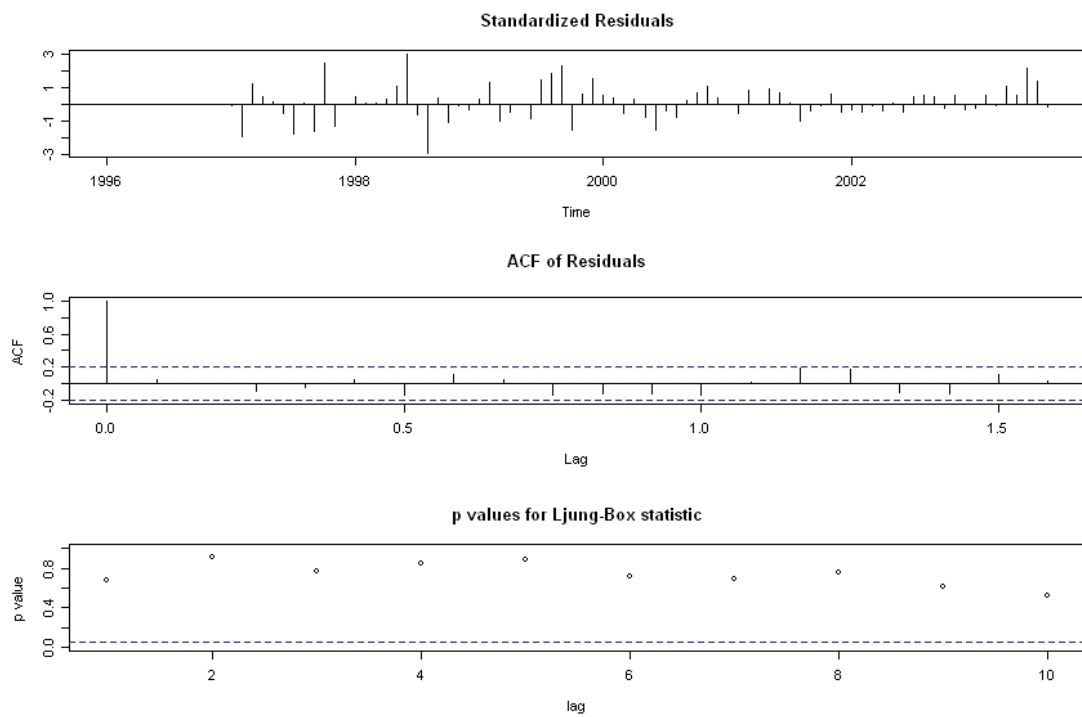


Figura 10: Mortalidad General (Hombres). Modelo ARIMA. Exámenes de los residuales. La prueba de Ljung-Box fue realizada hasta el rezago 24 y el valor p más bajo fue 0.1821365

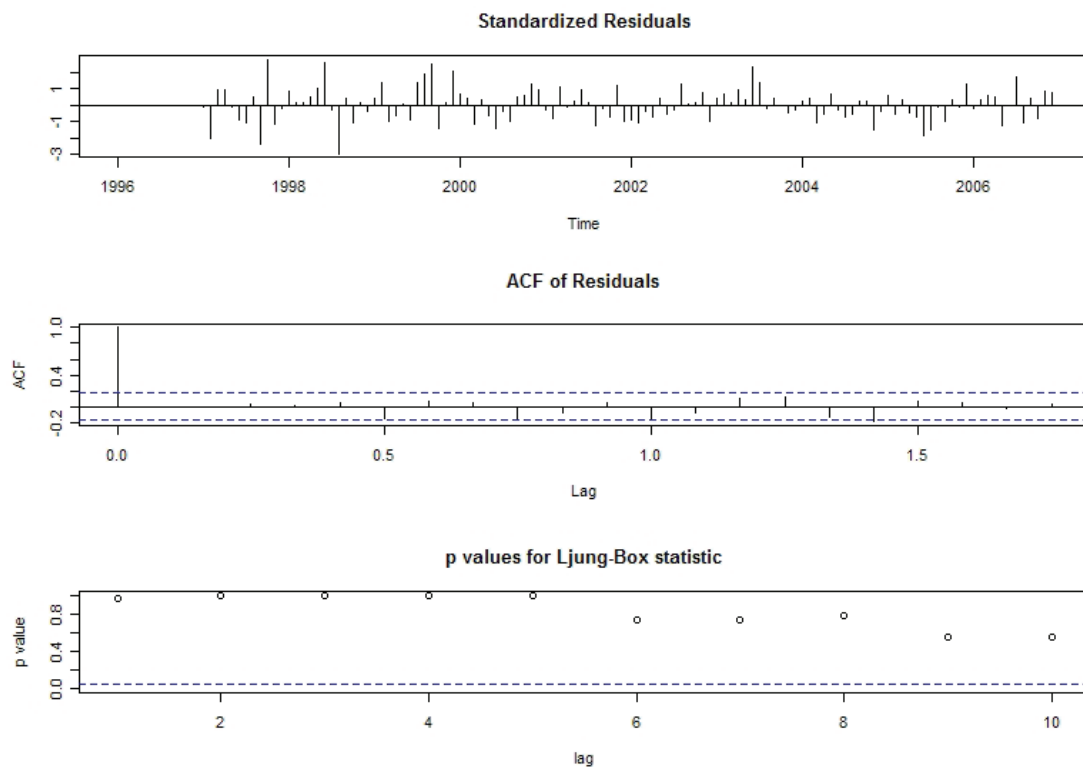


Figura 11: Mortalidad General (Mujeres). Modelo ARIMA. Exámenes de los residuales. La prueba de Ljung-Box fue realizada hasta el rezago 24 y el valor p más bajo fue 0.4386792

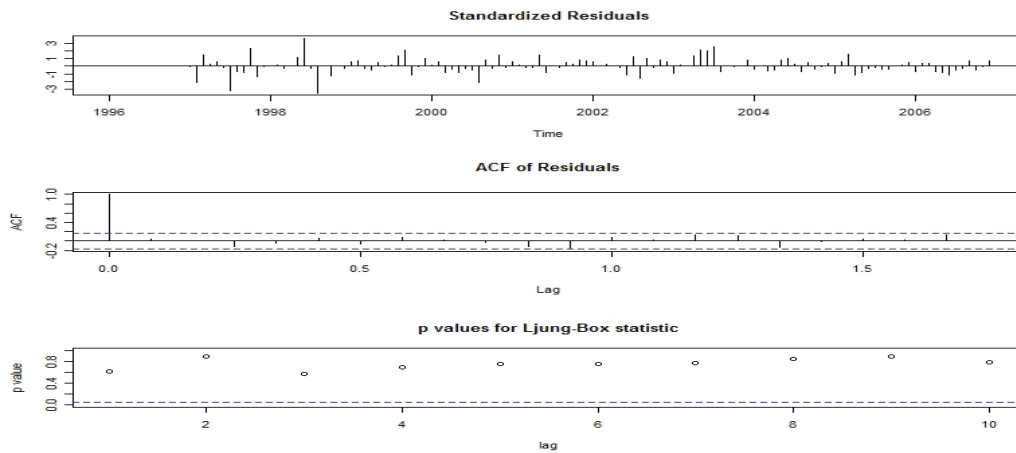


Fig. 12. Mortalidad general. Modelo ARIMA

PREVALENCIA DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS EN EL CENTRO PENITENCIARIO YARE II, DEL ESTADO MIRANDA,- VENEZUELA. SEPTIEMBRE 2003-FEBRERO 2004.

Fernando Hernández¹, Raiza Pérez², Paola Hernández³

¹Centro Hospital IVSS Dr. "J. M. Carabaño Tosta", Maracay Edo. Aragua. ²Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Medicina Dr. José Francisco Torrealba.

³Universidad de Carabobo, Sede Aragua. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Medicina Dr. José Witremundo Torrealba. Teléfono: +58-238-3343110. Fidernand@gmail.com

Resumen

La presente investigación tuvo como objeto determinar la prevalencia de enfermedades infectocontagiosas en la población del Centro Penitenciario Yare II, del estado Miranda, Venezuela, para el período septiembre 2003 – febrero 2004. El instrumento seleccionado para la recolección de la información fue un cuestionario, cuya confiabilidad ($\alpha=0,85276$) fue determinada por expertos. **Además del cuestionario, se utilizó información procedente de la Oficina de Estadísticas de la Dirección de Rehabilitación y Custodia (2003).** Las enfermedades infectocontagiosas más frecuentes fueron: blenorragia (42% de los internos), VPH (30% de los internos), VIH (2% de los internos), sarna (68% de los internos), amibiasis (49% de los internos), giardiasis (42% de los internos).

Palabras Claves: Enfermedades Infectocontagiosas, hacinamiento, centro penitenciario.

Abstract

Prevalence of infected contagious diseases, in the penitentiary center Yare II, Miranda State, Venezuela.

The main purpose of this research was to determine the prevalence of infected contagious diseases in population of the Penitentiary II Yare, Miranda State, Venezuela for the period September 2003 - February 2004. The applied instrument for compilation of the information was a questionnaire of great reliability validated ($\alpha=0,85276$) by experts. Besides the questionnaire, we used information from the Statistical Office of the Directorate General of Rehabilitation and Custody (2003). The most common infectious diseases were: gonorrhea (42% of inmates), HPV (30% of inmates), HIV (2% of inmates), scabies (68% of inmates), amebiasis (49% of inmates), giardiasis (42% of inmates).

Key words: infected contagious diseases, overcrowding, penitentiary center,.