

**EPIDEMIOLOGÍA DE LOS MARCADORES SEROLÓGICOS DE INFECCIÓN EN
DONANTES DE BANCOS DE SANGRE DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA Y
SU ÁREA METROPOLITANA**

HENRY BAUTISTA AMOROCHO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE MATEMÁTICAS
BUCARAMANGA**

2015

**EPIDEMIOLOGÍA DE LOS MARCADORES SEROLÓGICOS DE INFECCIÓN EN
DONANTES DE BANCOS DE SANGRE DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA Y
SU ÁREA METROPOLITANA**

HENRY BAUTISTA AMOROCHO

**Monografía de grado presentada como requisito
para optar al título de Especialista en Estadística**

Director

GABRIEL YÁÑEZ CANAL

Doctor en Educación Matemática

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE MATEMÁTICAS

BUCARAMANGA

2015

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

A Dios, fuente de infinita sabiduría y amor quien me permite día a día alcanzar
metas

A mi familia, quienes con su paciencia y comprensión me apoyan en cada una de
mis locuras

A Oscar Leonardo y Bruno Calixto, mis mejores amigos por siempre

Al Laboratorio Departamental de Salud Pública de Santander

A mis compañeros de la especialización en Estadística, con quienes compartimos
momentos inolvidables dentro y fuera del aula de clase.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	15
2. ESTADO DEL ARTE	17
3. OBJETIVO GENERAL	20
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4. METODOLOGÍA	21
5. RESULTADOS	22
5.1 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL POR EL VIH:	25
5.1.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VIH	26
5.1.2 Autocorrelogramas tasa de infección por VIH	26
5.1.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección VIH	28
5.2 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR VHB	33
5.2.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VHB	33
5.2.2 Autocorrelogramas tasa de infección VHB	34
5.2.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por VHB	35
5.2.4 Análisis de las tasas de infección mensual por VHB transformaciones	39
5.2.5 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VHB serie transformada	40
5.2.6 Autocorrelogramas tasa de infección por VHB serie transformada	40
5.3 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR VHC	48
5.3.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VHC	48
5.3.2 Autocorrelogramas tasa de infección VHC	49
5.3.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por VHC	50
5.4 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR SÍFILIS	57
5.4.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por sífilis	57

5.4.2 Autocorrelogramas tasa de infección sífilis	58
5.4.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por sífilis	59
5.5 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR CHAGAS	65
5.5.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por Chagas	65
5.5.2 Autocorrelogramas tasa de infección Chagas	66
5.5.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por Chagas	67
6. CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	80
ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tasas mensuales individuales de infección por VIH, VHB, VHC, sífilis y Chagas en donantes de Bancos de Sangre del Departamento de Santander durante 2008-2013.	24
Figura 2. Comportamiento de la serie tasas de infección por VIH.	25
Figura 3. Correlogramas de la serie tasas de infección por VIH.	26
Figura 4. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VIH.	31
Figura 5. Comportamiento de la serie tasas de infección por VHB.	33
Figura 6. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por VHB.	34
Figura 7. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VHB.	39
Figura 8. Comportamiento de la serie tasas de infección por VHB con transformación logarítmica.	39
Figura 9. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por VHB con transformación logarítmica.	41
Figura 10. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VHB con transformación logarítmica.	46
Figura 11. Comportamiento de la serie tasas de infección por VHC.	48
Figura 12. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por VHC.	49
Figura 13. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VHC.	54
Figura 14. Comportamiento de la serie tasas de infección por sífilis.	57
Figura 15. Correlogramas de la serie tasas de infección por sífilis.	58
Figura 16. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por sífilis.	63
Figura 17. Comportamiento de la serie tasas de infección por Chagas.	65
Figura 18. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por Chagas.	66
Figura 19. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por Chagas.	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características demográficas asociadas con los donantes de bancos de sangre de Santander durante el período 2008-2013.	22
Tabla 2. Resultados positivos para las pruebas de tamizaje en Bancos de Sangre de Santander según grupo étnico y género periodo 2008-2013	23
Tabla 2. Predicción de la serie tasa de infección por VIH utilizando el modelo ARIMA (1 0 0)	32
Tabla 4. Predicción de la serie logaritmo de la tasa de infección por VHB utilizando el modelo ARIMA (3 0 3)	47
Tabla 5. Predicción de la serie tasa de infección por VHC utilizando el modelo ARIMA (2 0 1)	56
Tabla 6. Predicción de la serie tasa de infección por sífilis utilizando el modelo ARIMA (1 0 0)	64
Tabla 7. Predicción de la serie tasa de infección por Chagas utilizando el modelo ARIAM (1 0 3)	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Tasas de infección en donantes de bancos de sangre de Santander durante el periodo 2008-2013	84
Anexo B. Modelos ARIMA para cada una de las series de infección en los bancos de sangre de Bucaramanga y su área metropolitana en el período 2008-2013. Se incluyen los valores predictivos para el año 2014	85

RESUMEN

TÍTULO: EPIDEMIOLOGÍA DE LOS MARCADORES SEROLÓGICOS DE INFECCIÓN EN DONANTES DE BANCOS DE SANGRE DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA

AUTOR: HENRY BAUTISTA AMOROCHO**

PALABRAS CLAVES: Series de tiempo, bancos de sangre, tamizaje, tasa de infección.

DESCRIPCIÓN

La prevalencia de agentes infecciosos en donantes puede utilizarse como indicador para valorar la seguridad de las unidades de sangre y el riesgo potencial de que un receptor adquiera uno de esos agentes durante la transfusión.

Estudio de corte transversal en población de donantes de bancos de sangre en Santander entre 2008 y 2013. Se utilizaron datos obtenidos del Laboratorio Departamental de Salud Pública de Santander (LDSPS). Se calculó la prevalencia global y específica de positivos para VIH, VHB, VHC, sífilis y Chagas y se calcularon las tasas de infección. Los datos de las tasas de infección se modelaron con análisis de series temporales y se realizó predicciones para el año 2014.

El 40,6-48,3% fueron donantes por primera vez, seguido de donante por reposición (28,7-38,7%) y en menor proporción, donantes repetitivos (18,4-23,0%). El tamizaje confirmatorio reportó 11319 donantes reactivos para una o más de las pruebas serológicas durante los 6 años. Del total de los donantes positivos para uno o más marcadores serológicos de infección, el más frecuente fue sífilis (46,29%; IC95% 45,38-47,21), seguido de Chagas (18,57%; IC95% 17,86-19,30), hepatitis B (17,72%; IC95% 17,03-18,44), hepatitis C (11,12%; IC95% 10,56-11,72), VIH (5,65%; IC95% 5,24-6,09) y HTLV I-II (0,64%; IC95% 0,51-0,80). El análisis descriptivo de la serie permitió definir modelos ARMA para todas las tasas de infección con distintos componentes autoregresivos y de medias móviles. **Conclusiones:** Las tasas de infección mostraron un comportamiento estacionario durante el período de estudio. Se necesitan intervenciones en salud pública para disminuir la prevalencia de agentes infecciosos y campañas de educación en salud para incrementar el número de donantes en Santander.

* Monografía de grado

** Facultad de Ciencias, Escuela de Matemáticas, Director: Gabriel Yáñez Canal

ABSTRACT

TITLE: EPIDEMIOLOGY OF INFECTION SEROLOGICAL MARKERS IN BLOOD DONORS FROM BUCARAMANGA CITY AND ITS METROPOLITAN AREA*

AUTHOR: HENRY BAUTISTA AMOROCHO**

KEY WORDS: Temporal series, blood banks, screening, infection rate.

DESCRIPCIÓN

Prevalence of infectious agents in blood donors can be used as a surrogate indicator to evaluate blood unit's safety and potential risk to acquire infectious disease through blood transfusions.

Cross-sectional study in blood donor population from Santander between 2008 and 2013. Data collected from Public Health Regional Laboratory was used. General and specific prevalence were calculated for HIV, HBV, HCV, syphilis and Chagas disease. Infection rates were also determined. Infection rate data were analysis with temporal series and predictions for the 2014 year were made.

40,6-48,3% were first-time donors, followed by reposition donors (28,7-38,%) and in a lesser frequency, repeated donors (18,4-23,0%). Confirmatory screening reported 11319 reactive blood donors to one or more of the infectious serological tests. The most frequent marker was syphilis (46,29%; IC95% 45,38-47,21), followed by Chagas (18,57%; IC95% 17,86-19,30), hepatitis B (17,72%; IC95% 17,03-18,44), hepatitis C (11,12%; IC95% 10,56-11,72), VIH (5,65%; IC95% 5,24-6,09) and HTLV I-II (0,64%; IC95% 0,51-0,80). Descriptive analysis of time series defined ARMA models for all the infection rates with different auto regressor component and moving average. **Conclusion:** The infection rates showed and stationary behavior during the study period. Public health interventions are needed to reduce infectious agent's prevalence. On the other hand, educational health programs are required to increase the number of blood donors in Santander.

* Grade paper

** Faculty of Science, School of Mathematics, Director : Gabriel Yáñez Canal

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de la transmisión de enfermedades infecciosas a través de la transfusión de sangre, ha permitido el diseño de herramientas diagnósticas con el fin de determinar con la mayor precisión y exactitud, la frecuencia de estos agentes infecciosos en la población de donantes. La prevención y el diagnóstico temprano se logran gracias al uso de nuevas tecnologías y la implementación de estrategias de salud pública.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima una prevalencia de 35 millones de individuos infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Igualmente, existen alrededor de 350 millones de personas infectadas por el virus de la hepatitis B (VHB) y 140 millones con el virus de la hepatitis C (VHC). La incidencia anual para sífilis es de 12 millones de personas y la prevalencia para tripanosomiasis americana es de 10 millones de infectados, la mayoría en países de América Latina.

En Colombia, la OMS y el decreto 1.571/93 del Ministerio de la Protección Social reglamentó que toda unidad de sangre y hemocomponentes deben ser analizados por pruebas de tamizaje, avaladas en el país por el INVIMA, con el fin de detectar marcadores serológicos de infección (antígenos o anticuerpos) de agentes potencialmente transmisibles como VIH, VHB, VHC, sífilis y los agentes infecciosos prevalentes en regiones particulares como Chagas en Colombia. No obstante y a pesar de las medidas que se han implementado en las últimas 2 décadas, el riesgo de adquirir infección por transfusión sanguínea persiste a pesar de que las pruebas serológicas de laboratorio arrojen resultados negativos.

La prevalencia de agentes infecciosos en donantes puede utilizarse como indicador para valorar la seguridad de las unidades de sangre y el riesgo potencial de que un receptor adquiriera uno de esos agentes durante la transfusión. Cambios

en esta prevalencia pueden reflejar tendencia en las infecciones de interés en la población general. A la fecha, no existe un análisis estadístico del comportamiento epidemiológico de las infecciones transmisibles por transfusiones de sangre en el nororiente Colombiano.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El descubrimiento de la transmisión de enfermedades infecciosas a través de la transfusión de sangre, ha permitido el diseño de herramientas diagnósticas con el fin de determinar con la mayor precisión y exactitud, la frecuencia de estos agentes infecciosos en la población de donantes. La prevención y el diagnóstico temprano se logran gracias al uso de nuevas tecnologías y la implementación de estrategias de salud pública. Sin embargo, es necesario conocer la prevalencia de agentes transmisibles en la población de donantes para poder diseñar un programa pertinente de promoción y prevención.

Actualmente, el Departamento de Santander cuenta con tres bancos de sangre ubicados en la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana, los cuales realizan de forma permanente actividades de sensibilización de la comunidad en diferentes escenarios como universidades, empresas, parques, colegios, comunidades religiosas, entre otras, con el fin de captar donantes de sangre para atender las necesidades de las instituciones que cuentan con servicio de transfusión y requieran sangre y componentes sanguíneos de manera oportuna y con calidad para los usuarios.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima una prevalencia de 35 millones de individuos infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Igualmente, existen alrededor de 350 millones de personas infectadas por el virus de la hepatitis B (VHB) y 140 millones con el virus de la hepatitis C (VHC). La incidencia anual para sífilis es de 12 millones de personas y la prevalencia para tripanosomiasis americana es de 10 millones de infectados, la mayoría en países de América Latina (1, 2, 3).

El panorama mundial respecto a estas infecciones, sumado a la necesidad creciente de productos sanguíneos, conlleva a limitar al máximo la posibilidad de

transmisión por vía transfusional, aun cuando este tipo de infecciones puede estar presente en personas aparentemente sanas y asintomáticas. Esta es la razón por la cual los diferentes organismos de salud han implementado medidas encaminadas a ofrecer productos sanguíneos más seguros (4).

Estudios epidemiológicos en América Latina dan una visión más cercana de la magnitud del problema de las enfermedades infecciosas en donantes de bancos de sangre en la región. En el año 2004, México registró prevalencia de 0,07% para VIH, 0,13% para VHB y 0,31% para VHC (5); datos muy similares a los reportados por Chile en 2006 (6) y Brasil en 2008 (7). En Colombia, estudios en el año 2009 reportaron una prevalencia de 0,15% de VIH, 0,72% VHB y 0,39% de VHC en el año 1996 (8, 9). Una publicación reciente, encontró en donantes de sangre de la ciudad de Medellín, una frecuencia de sífilis del 1,2%, tripanosomiasis 1,0%, VHC 0,6% y VHB 0,2%. Los datos analizados en este último estudio arrojaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la prevalencia del VHB y sífilis según el sexo y tipo de donante (10).

En el Departamento de Santander, a la fecha no se han publicado estudios referentes a la prevalencia de marcadores de infección en donantes de sangre. El presente trabajo tiene como objetivo estimar la seroprevalencia de marcadores de infecciones transmisibles por vía transfusional entre el período 2008 – 2013.

2. ESTADO DEL ARTE

La transfusión de sangre es una fuente potencial de infecciones transmitidas por transfusiones, especialmente causadas por virus y bacterias. Estas son adquiridas a través de la administración de diferentes productos sanguíneos del donante al receptor. Las infecciones asociadas a transfusiones sanguíneas, como la hepatitis B, hepatitis C, virus de la inmunodeficiencia humana, sífilis y tripanosomiasis (Chagas), son consideradas problemas de salud pública. Las prácticas de transfusión sanguínea a nivel mundial, exigen medidas de protección para los pacientes con el fin de garantizar su seguridad. Infecciones como VIH, VHB y VHC son de gran relevancia debido a su prolongada viremia (virus en sangre) y portadores sanos en estado latente (asintomáticos) (3, 4). Estos virus son tamizados de forma rutinaria en el laboratorio de los bancos de sangre en Colombia, en donde cada unidad de sangre es analizada con pruebas avaladas por la OMS, para garantizar la seguridad de los receptores.

Estudios epidemiológicos en bancos de sangre a nivel mundial, informaron en el medio oriente una prevalencia de infección por el VHB del 3% y VHC del 18,7% en el año 2007 (11). En África un estudio concluyó prevalencia del 18,6% para VHB, 3,1% VHC y 3,1% para infección por VIH (12). En el continente asiático, estudios en la India encontraron 1,47% y 0,57% para VHB y VHC respectivamente (14). En Europa se reportó una tasa de infección por VIH de 8,7/100.000 habitantes (15). Por otra parte, en América Latina, en México se encontró prevalencia del 0,07% para VIH, 0,13% VHB y 0,31% VHC durante el año 2004 (16). Estudios en Colombia informaron una prevalencia del 0,15% de infección por VIH, 0,72% VHB y 0,39% VHC en un estudio publicado en 1996 en Cali (17). En Santander, a la fecha, no se ha realizado ningún estudio y la información disponible corresponde a los datos estadísticos tabulados por el Instituto Nacional de Salud (INS).

En Colombia, la OMS y el decreto 1.571/93 del Ministerio de la Protección Social reglamentó que toda unidad de sangre y hemocomponentes deben ser analizados por pruebas de tamizaje, avaladas en el país por el INVIMA, con el fin de detectar marcadores serológicos de infección (antígenos o anticuerpos) de agentes potencialmente transmisibles como VIH, VHB, VHC, sífilis y los agentes infecciosos prevalentes en regiones particulares como Chagas en Colombia. No obstante y a pesar de las medidas que se han implementado en las últimas 2 décadas, el riesgo de adquirir infección por transfusión sanguínea persiste a pesar de que las pruebas serológicas de laboratorio arrojen resultados negativos. Una de las razones para que esto suceda es el periodo de ventana inmunológica, definido como el tiempo que transcurre desde que un individuo se infecta, hasta que desarrolla anticuerpos detectables por las pruebas de tamizaje por laboratorio. Otra de las causas son variantes genéticas de los agentes infecciosos que no son identificadas por las pruebas de tamizaje convencionales disponibles (6). Por lo anterior, la negatividad de las pruebas de tamizaje no excluye totalmente el riesgo de adquirir agentes infecciosos por transfusiones sanguíneas. Una de las estrategias que ayuda a disminuir el riesgo de infecciones por transfusión, es la promoción de la donación voluntaria y altruista y una minuciosa valoración del donante a través de la entrevista y el examen previo al acto de la donación.

En Colombia, en los últimos años se ha incrementado el número de donaciones voluntarias debido a las campañas educativas y el trabajo extramural que realizan los bancos de sangre por promover la donación voluntaria. Estudios epidemiológicos han demostrado que los donantes altruistas representan menor riesgo transfusional que los donantes en reposición (7, 13, 14, 15, 18). No obstante, la cantidad de donantes es insuficiente para la demanda de componentes sanguíneos en los hospitales y centros médicos del país.

La prevalencia de agentes infecciosos en donantes puede utilizarse como indicador para valorar la seguridad de las unidades de sangre y el riesgo potencial

de que un receptor adquiriera uno de esos agentes durante la transfusión. Cambios en esta prevalencia pueden reflejar tendencia en las infecciones de interés en la población general. A la fecha, no existen estudios del comportamiento epidemiológico de las infecciones transmisibles por transfusiones de sangre en el nororiente Colombiano. El objetivo del presente estudio es estimar la seroprevalencia de marcadores de infección en el tamizaje de unidades transfusionales en bancos de sangre de Bucaramanga y su área metropolitana. Por otra parte, se realizará un modelo de series temporales para explicar el comportamiento de la infecciones por el VHB, VHC, VIH, Chagas y sífilis.

3. OBJETIVO GENERAL

Estudiar la prevalencia y describir el comportamiento de marcadores serológicos de infección detectados en el tamizaje de unidades de bancos de sangre durante el período 2008-2013.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la prevalencia de los marcadores de infección: VHB, VHC, VIH, Chagas y sífilis en los bancos de sangre de la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana.
- Construir un modelo de series de tiempo que describa el comportamiento de las diferentes tasas de infección calculadas en el período comprendido entre 2008-2013.

4. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de corte transversal que incluyó la totalidad de donantes que fueron atendidos en los bancos de sangre del Hospital Universitario de Santander, Higuera Escalante y la Clínica Bucaramanga en el período comprendido entre 2008-2013. Los donantes eran procedentes en su mayoría de la ciudad de Bucaramanga y municipios aledaños. Se excluyeron de la población de referencia aquellos registros que no reportaron el resultado de las pruebas de tamizaje, debido a autoexclusión o alteraciones en el examen físico.

Se utilizaron fuentes de información secundarias a partir de los registros de las bases de datos del Laboratorio Departamental de Salud Pública de Santander (LDSPS). Se analizaron los registros de las pruebas de tamizaje para los agentes infecciosos del VIH, VHB, VHC, sífilis y Chagas, junto con las pruebas de laboratorio confirmatorias realizadas por el LDSPS.

Se calcularon frecuencias absolutas y relativas para el análisis univariado donde se incluyeron datos demográficos de los donantes de bancos de sangre. Se calculó la prevalencia global y específica de positivos para cada uno de los marcadores de interés obtenidos en las pruebas de tamizaje de agentes infecciosos. Finalmente, se aplicó un modelo de análisis de series de tiempo ajustado a las características de los datos para las tasas de infección y se evaluaron los supuestos del modelo que permitió explicar el comportamiento de la infección por VIH en el período 2008-2013. El análisis se realizó con el paquete estadístico Stata 12 (College Station, Texas, Serial Number 4012043310).

5. RESULTADOS

Durante los 6 años del estudio, el número de donantes se incrementó progresivamente de 35.203 en el año 2008 a 61.188 en el 2013. Con base en esta información y teniendo en cuenta un censo estimado de 2.040.932 habitantes en el Departamento de Santander, el promedio anual de donantes registrados en la región representa solo el 2,4% de la población.

Tabla 1. Características demográficas asociadas con los donantes de bancos de sangre de Santander durante el período 2008-2013.

Variable	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total 2008-2013
	n=35203 n (%)	n=42202 n (%)	n=47082 n (%)	n=50517 n (%)	n=55774 n (%)	n=61188 n (%)	n=291966 n (%)
Tipo de Donante							
Voluntario Primera Vez	16010 (45,5)	18800 (44,5)	19107 (40,6)	21672 (42,9)	26915 (48,3)	27628 (45,2)	130132 (44,6)
Voluntario Repetitivo	6483 (18,4)	9116 (21,6)	9736 (20,7)	10969 (21,7)	12808 (23,0)	13430 (21,9)	62542 (21,4)
Reposición	12710 (36,1)	14286 (33,9)	18239 (38,7)	17876 (35,4)	16051 (28,7)	20130 (32,9)	99292 (34,0)
Género							
Masculino	23531 (66,8)	27624 (65,5)	29920 (63,5)	31762 (62,9)	33802 (60,6)	35404 (57,9)	182043 (62,4)
Femenino	11672 (33,2)	14578 (34,5)	17162 (36,5)	18755 (37,1)	21972 (39,4)	25784 (42,1)	109923 (37,6)
Grupos Etareos							
18 a 30 años	18754 (53,3)	23531 (55,7)	25735 (54,7)	27248 (53,9)	29669 (53,2)	30736 (50,2)	155703 (53,3)
31 a 40 años	8125 (23,1)	9012 (21,4)	10231 (21,7)	11183 (22,1)	12663 (22,7)	14253 (23,3)	65467 (22,4)
41 a 50 años	5989 (17,0)	6822 (16,2)	7893 (16,8)	8457 (16,8)	9218 (16,5)	10695 (17,5)	49074 (16,8)
51 a 65 años	2331 (6,6)	2828 (6,7)	3218 (6,8)	3624 (7,2)	4215 (7,6)	5502 (9,0)	21718 (7,5)
>65 años	4 (0,01)	9 (0,02)	5 (0,01)	5 (0,01)	9 (0,02)	2 (0,003)	34 (0,01)

Las características del donante descritas en la tabla 1 muestran que entre 40,6-48,3% fueron donantes por primera vez, seguido de donante por reposición (28,7-38,7%) y en menor proporción, donantes repetitivos (18,4-23,0%). Por otra parte, el género masculino representa la mayor cantidad de donantes durante todo el periodo del estudio (62,4%). Se observa igualmente que el grupo poblacional entre los 18-30 años contribuye al mayor número de unidades de sangre donadas, con una participación promedio del 53,3%.

El tamizaje confirmatorio realizado por el Laboratorio Departamental de Salud Pública de Santander, reporto 11319 donantes reactivos para una o más de las pruebas serológicas durante los 6 años, lo cual representa un 3,88% (IC95% 3,81-3,95) de unidades de sangre que fueron descartas. El análisis por genero mostró

que la prevalencia de cualquier infección en donantes de sangre fue del 4,09% (IC95% 4,00-4,18) en hombres y 3,52% (IC95% 3,42-3,63) en mujeres. Del total de los donantes positivos para uno o más marcadores serológicos de infección, el más frecuente fue sífilis (46,29%; IC95% 45,38-47,21), seguido de Chagas (18,57%; IC95% 17,86-19,30), hepatitis B (17,72%; IC95% 17,03-18,44), hepatitis C (11,12%; IC95% 10,56-11,72), VIH (5,65%; IC95% 5,24-6,09) y HTLV I-II (0,64%; IC95% 0,51-0,80). La distribución de cada marcador según género y grupo etáreo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados positivos para las pruebas de tamizaje en Bancos de Sangre de Santander según grupo etáreo y genero periodo 2008-2013

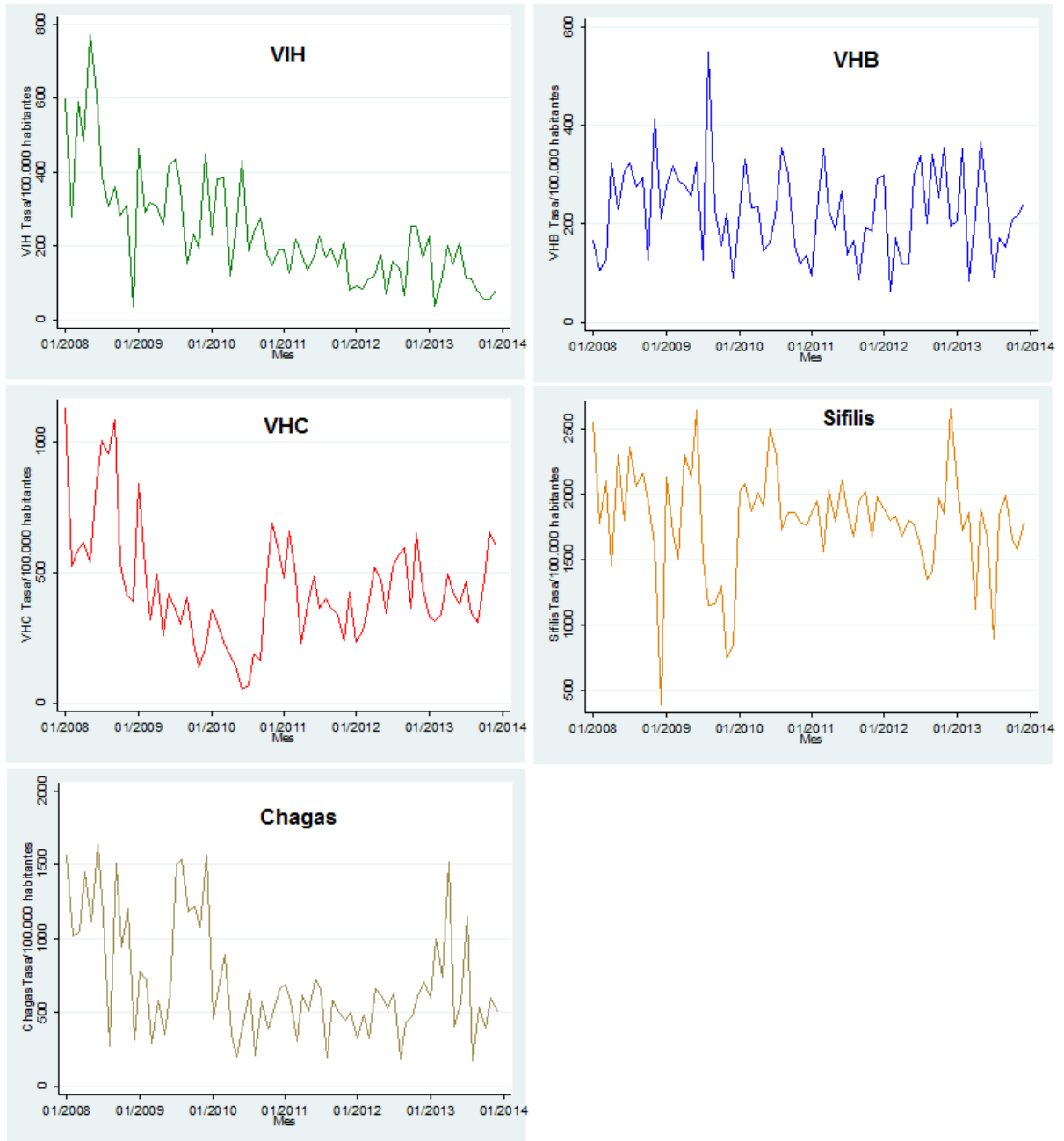
Variable	18-30 años		31-40 años		41-50 años		51-65 años		>65 años		Totales por Género		% Género		Total	% Total
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M+F	
VIH	263	119	86	49	58	29	21	15	0	0	428	212	5.7	5.5	640	5.7
HBsAg	128	56	120	50	124	75	66	41	0	0	438	222	5.9	5.7	660	5.8
VHC	388	220	189	128	123	99	74	38	0	0	774	485	10.4	12.5	1259	11.1
Sífilis	834	370	856	382	1172	479	790	353	3	1	3655	1585	49.1	40.9	5240	46.3
Chagas	297	178	287	223	330	267	307	211	2	0	1223	879	16.4	22.7	2102	18.6
anti-HBc	198	95	209	98	258	145	221	121	1	0	887	459	11.9	11.8	1346	11.9
HTLV I - II	14	10	13	8	6	11	7	3	0	0	40	32	0.5	0.8	72	0.6
Malaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0.0
Total	2122	1048	1760	938	2071	1105	1486	782	6	1	7445	3874	100.0	100.0	11319	100.0

La prevalencia de cada agente infeccioso durante los 6 años fue el siguiente: VIH 0,21%, VHB (0,23% para HBsAg y 0,46% para anti-HBc total), VHC 0,43%, Sífilis 1,8% y Chagas 0,72%. A partir de los datos mensuales se calculó la tasa para cada infección por 100.000 habitantes.

Las tasas de infección para VIH, VHB, VHC, sífilis y Chagas, se muestran en la Figura 1. Se puede apreciar que excepto por la variable VIH, las series no muestran una tendencia definida creciente o decreciente sino que tienden a fluctuar en torno a un valor medio. Se observan picos en la serie que no están distribuidos de forma uniforme. En cuanto a la serie tasa de infección por VIH, se

aprecia un ligero descenso en el comportamiento a partir del año 2010 y al igual que las otras series.

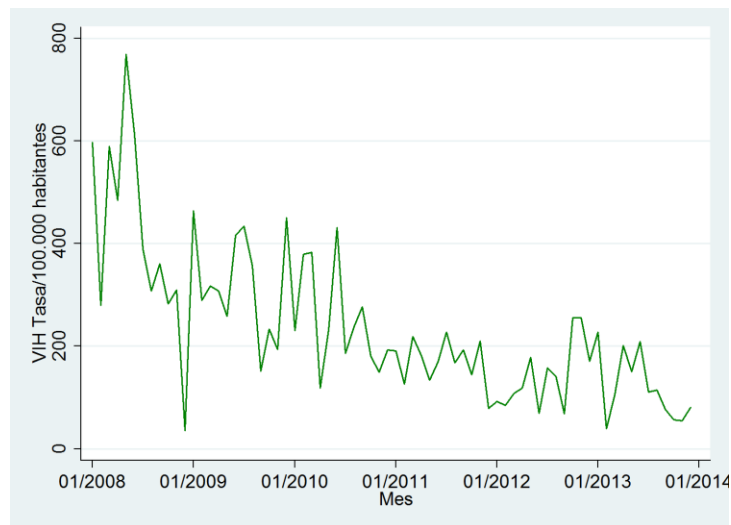
Figura 1. Tasas mensuales individuales de infección por VIH, VHB, VHC, sífilis y Chagas en donantes de Bancos de Sangre del Departamento de Santander durante 2008-2013.



A continuación se muestra el análisis descriptivo de cada una de las tasas de infección y se describen los modelos ARMA para cada serie con la interpretación de cada análisis.

5.1 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL POR EL VIH:

Figura 2. Comportamiento de la serie tasas de infección por VIH.



La Figura 2 muestra que la serie tasa de infección por VIH presenta una leve tendencia decreciente. Igualmente, se observan algunas fluctuaciones de la varianza: mayor amplitud durante los 3 primeros años, seguido de una varianza más pequeña en los siguientes 3 años. Finalmente, se muestran picos altos y bajos mensuales a lo largo de toda la serie lo cual sugiere un comportamiento irregular en la tasa de infección por el virus.

5.1.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VIH.

```
. dfuller VIH, drift regress lags(0)
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 71

Test Statistic	Z(t) has t-distribution		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-4.665	-2.382	-1.667

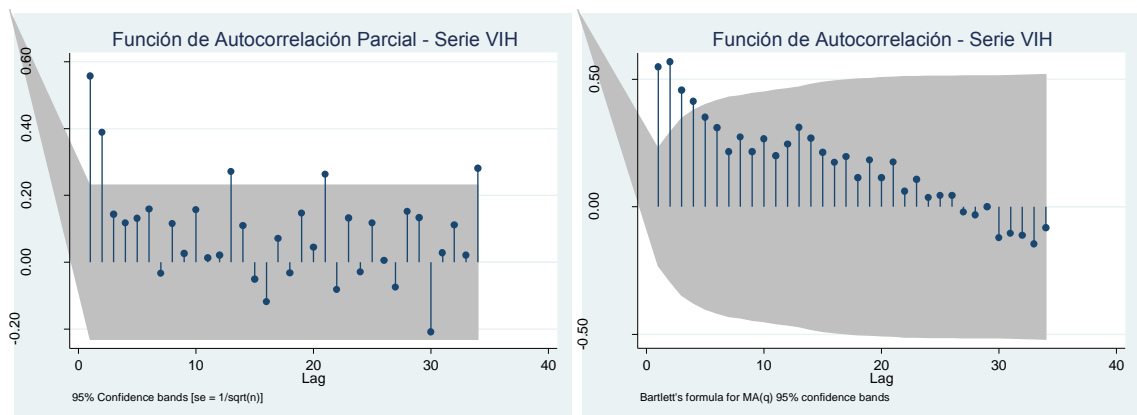
p-value for Z(t) = 0.0000

D.VIH	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]	
VIH						
L1.	-.442438	.0948466	-4.66	0.000	-.6316518	-.2532242
_cons	98.50779	26.70143	3.69	0.000	45.2399	151.7757

El test de Dickey-Fuller plantea en su hipótesis nula la ausencia de estacionariedad. En este caso, el p-valor igual a 0.0000 confirma que la serie de tasa de infección por VIH tiene un comportamiento estacionario.

5.1.2 Autocorrelogramas tasa de infección por VIH. Se realiza a continuación el análisis de autocorrelogramas para buscar el mejor modelo MA y AR de la serie.

Figura 3. Correlogramas de la serie tasas de infección por VIH.



Las funciones de autocorrelación (FAC) y correlación parcial (FACP) permiten apreciar el comportamiento estacionario de la serie VIH, sin embargo, no se observa comportamiento estacional, debido a que los coeficientes de las FAC no muestran retardos diferentes de cero con componente periódico a lo largo de la serie. Esto se confirma porque la FAC decae rápidamente en la serie. No se observan rezagos significativos en la gráfica FAC lo cual sugiere un MA (0). El comportamiento decreciente de la serie en la FAC y la presencia de un rezago significativo en FACP sugiere un AR (1). La siguiente tabla muestra los análisis de la figura 3.

```
. corrgram VIH
```

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]			[Partial Autocor]		
1	0.5484	0.5576	22.565	0.0000						
2	0.5683	0.3890	47.146	0.0000						
3	0.4575	0.1441	63.312	0.0000						
4	0.4137	0.1178	76.723	0.0000						
5	0.3508	0.1312	86.51	0.0000						
6	0.3104	0.1588	94.286	0.0000						
7	0.2169	-0.0333	98.143	0.0000						
8	0.2729	0.1157	104.34	0.0000						
9	0.2166	0.0265	108.31	0.0000						
10	0.2671	0.1572	114.44	0.0000						
11	0.2007	0.0129	117.96	0.0000						
12	0.2459	0.0213	123.33	0.0000						
13	0.3112	0.2717	132.08	0.0000						
14	0.2694	0.1096	138.74	0.0000						
15	0.2140	-0.0509	143.02	0.0000						
16	0.1736	-0.1188	145.89	0.0000						
17	0.1959	0.0710	149.61	0.0000						
18	0.1140	-0.0322	150.89	0.0000						
19	0.1834	0.1465	154.27	0.0000						
20	0.1139	0.0445	155.6	0.0000						
21	0.1755	0.2626	158.82	0.0000						
22	0.0618	-0.0821	159.23	0.0000						
23	0.1075	0.1326	160.48	0.0000						
24	0.0369	-0.0291	160.63	0.0000						
25	0.0445	0.1174	160.86	0.0000						
26	0.0439	0.0047	161.08	0.0000						
27	-0.0202	-0.0745	161.13	0.0000						
28	-0.0309	0.1517	161.25	0.0000						
29	0.0010	0.1340	161.25	0.0000						
30	-0.1215	-0.2083	163.12	0.0000						
31	-0.1035	0.0284	164.51	0.0000						
32	-0.1120	0.1105	166.18	0.0000						
33	-0.1444	0.0211	169.03	0.0000						
34	-0.0815	0.2809	169.97	0.0000						

arma3: modelo ARMA (1 2)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(3) = 1310.07
 Log likelihood = -439.7533 Prob > chi2 = 0.0000

VIH	OPG		z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
VIH						
_cons	267.1454	150.3397	1.78	0.076	-27.51503	561.8059
ARMA						
ar						
L1.	.978714	.0290942	33.64	0.000	.9216904	1.035738
ma						
L1.	-.7248558	.1130042	-6.41	0.000	-.9463399	-.5033717
L2.	.0296574	.1270655	0.23	0.815	-.2193864	.2787012
/sigma	107.5397	7.99918	13.44	0.000	91.86163	123.2178

arma4: modelo ARMA (2 1)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(3) = 1136.25
 Log likelihood = -439.744 Prob > chi2 = 0.0000

VIH	OPG		z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
VIH						
_cons	266.5309	149.1611	1.79	0.074	-25.81951	558.8813
ARMA						
ar						
L1.	.9240025	.1908875	4.84	0.000	.5498699	1.298135
L2.	.0528887	.1762596	0.30	0.764	-.2925737	.3983511
ma						
L1.	-.6747885	.1212481	-5.57	0.000	-.9124304	-.4371467
/sigma	107.5337	8.028116	13.39	0.000	91.79889	123.2685

La siguiente tabla resume los análisis de los 4 modelos anteriores con base en los criterios Akaike (AIC) y el criterio de información bayesiano (BIC).

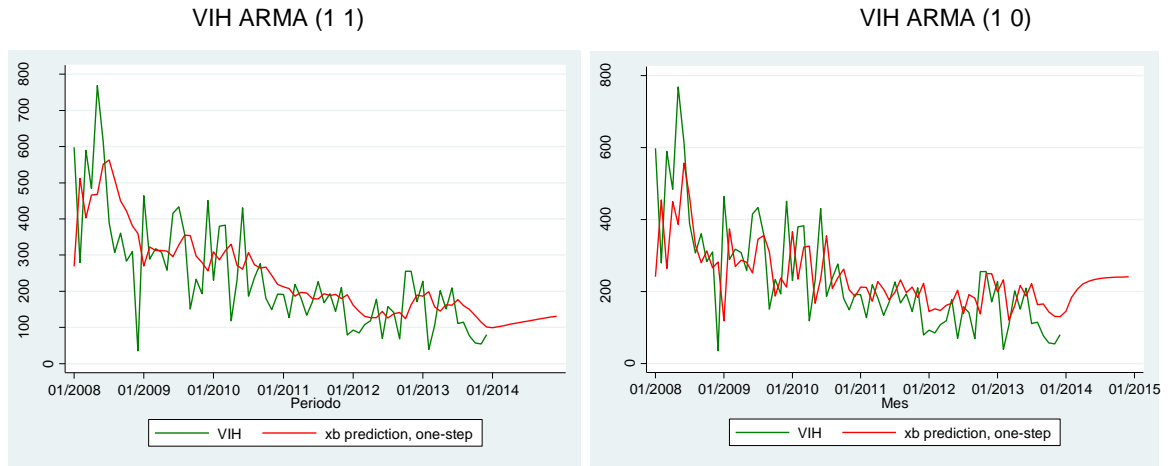
```
. estimates table arima1 arima2 arima3 arima4, stat(aic, b
```

Variable	arima1	arima2	arima3	arima4
VIH				
_cons	241 0.000	269 0.082	267 0.075	267 0.074
ARMA				
ar				
L1.	.598 0.000	.981 0.000	.979 0.000	.924 0.000
L2.				.0529 0.764
ma				
L1.		-.71 0.000	-.725 0.000	-.675 0.000
L2.			.0297 0.815	
sigma				
_cons	121 0.000	108 0.000	108 0.000	108 0.000
Statistics				
aic	902	888	890	889
bic	909	897	901	901

Legend: b/p

Según el criterio parsimonioso BIC, el mejor modelo es el arma2 y por el criterio AIC, el mejor modelo también es arma2. Esto corresponde a un modelo ARMA (1 1). No obstante, las siguientes graficas muestran que el modelo que mejor ajusta la serie es ARMA (1 0)

Figura 4. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VIH.



El modelo ARMA (1,0) seleccionado, es un modelo autorregresivo de primer orden el cual es explicado por la siguiente ecuación

$$z_t = \phi z_{t-1} + a_t$$

En donde:

Z_t = tasa de infección mensual por VIH

ϕ = parámetro del modelo (en este caso fue 0.5979)

a_t = ruido blanco (comportamiento aleatorio de los residuos)

Por lo tanto, la ecuación del modelo ARMA para la serie tasa de infección por VIH es:

$$Z_t = 0.5979Z_{t-1} + a_t$$

El modelo anterior revela que la tasa de infección por VIH en el mes “t” fue aproximadamente de 59.72 de la tasa de incidencia en el mes “t-1” más un ruido blanco. Con el anterior modelo se realizó la predicción de los siguientes 12 meses después del mes 72 (diciembre de 2013), con base en la ecuación del modelo ARMA (1 0) y como se muestra a continuación:

Tabla 2. Predicción de la serie tasa de infección por VIH utilizando el modelo ARIMA (1 0 0)

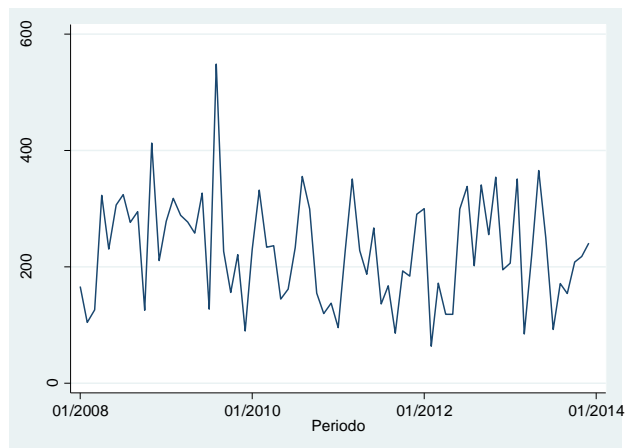
Año	Tasa Infección VIH/100.000 habitantes		
	Mes	Tasa observada	Tasa modelo ARIMA
2012	Enero	92.4	144.2
	Febrero	84.7	152.1
	Marzo	107.6	147.5
	Abril	118.3	161.2
	Mayo	177.9	167.6
	Junio	69.0	203.2
	Julio	157.9	138.2
	Agosto	141.5	191.3
	Septiembre	68.2	181.5
	Octubre	255.7	137.6
	Noviembre	255.7	249.8
	Diciembre	170.8	249.8
2013	Enero	227.1	199.0
	Febrero	39.0	232.7
	Marzo	105.9	120.2
	Abril	201.7	160.2
	Mayo	150.6	217.5
	Junio	208.9	186.9
	Julio	111.1	221.8
	Agosto	114.1	163.3
	Septiembre	77.2	165.1
	Octubre	56.8	143.0
	Noviembre	54.4	130.8
	Diciembre	80.4	129.4
2014	Enero		144.9
	Febrero		183.5
	Marzo		206.6
	Abril		220.4
	Mayo		228.7
	Junio		233.6
	Julio		236.6
	Agosto		238.3
	Septiembre		239.4
	Octubre		240.0
	Noviembre		240.4
	Diciembre		240.6

La Tabla 3 muestra que el comportamiento de la tasa de infección por VIH en el período para el cual se realiza la predicción (12 meses del año 2014), se incrementará de 144.9 casos en enero de 2014 a 240.6 en diciembre del mismo año

5.2 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR VHB

En el gráfico de la serie VHB que se muestra a continuación no muestra tendencia, se observa varianza no homogénea y presencia de picos altos y bajos a lo largo de la serie.

Figura 5. Comportamiento de la serie tasas de infección por VHB.



5.2.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VHB. El test estadístico Dickey-Fuller para confirmar la presencia de estacionariedad como se muestra a continuación.

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 71

Test Statistic	Z(t) has t-distribution			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-7.850	-2.382	-1.667	-1.294

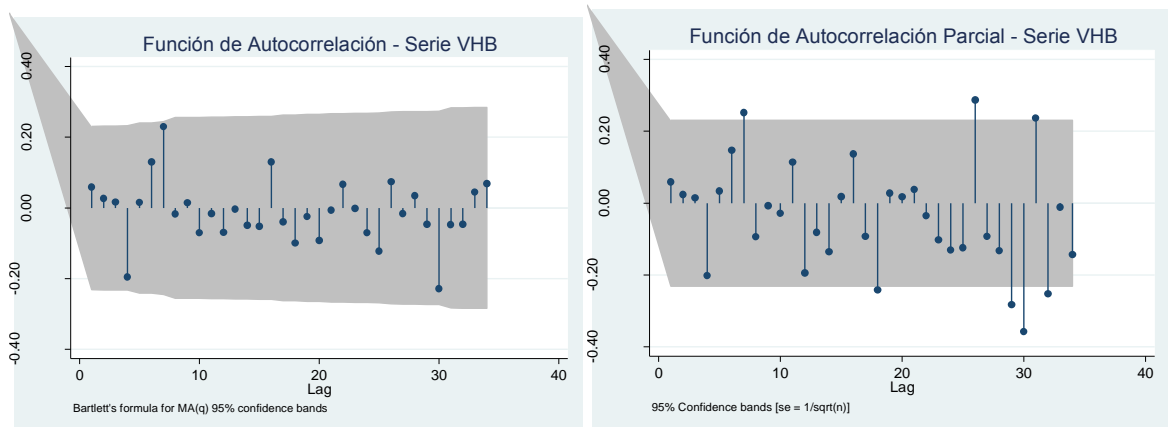
p-value for Z(t) = 0.0000

D.VHB	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]
VHB					
L1.	-.9405176	.1198063	-7.85	0.000	-1.179525 - .7015105
_cons	215.0333	29.41525	7.31	0.000	156.3515 273.7151

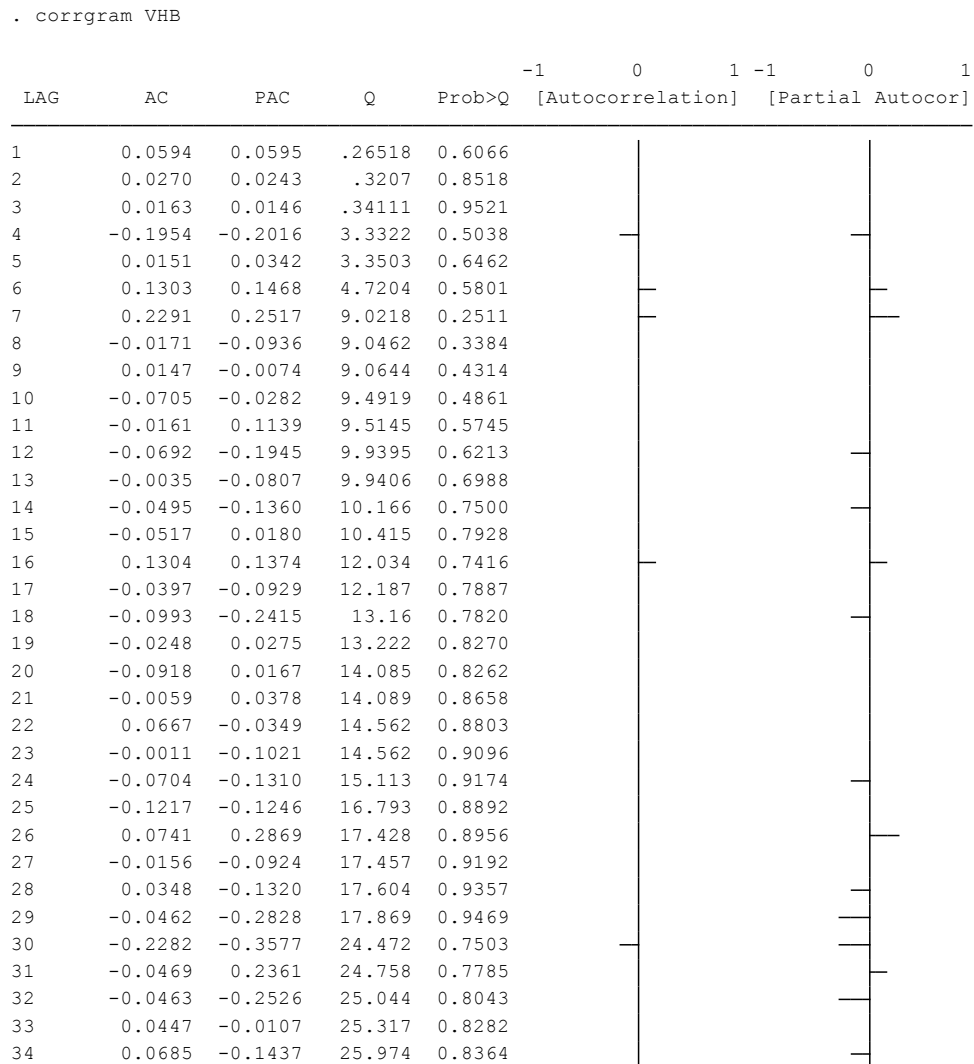
El coeficiente en L1 del análisis anterior arrojó un resultado de -0,940518 con un error estándar de 0,1198 y p-valor de 0.000 para el estadístico de t de -7.85. El p-valor de 0.000 indica que se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad. Este análisis concuerda con lo observado en el gráfico anterior a partir del cual se concluye que la serie tasa de infección por VHB es estacionaria.

5.2.2 Autocorrelogramas tasa de infección VHB. En el gráfico de FAC no se muestran rezagos significativos para el modelo MA. Por otra parte, el gráfico de autocorrelación parcial muestra algunos rezagos que están fuera del área de significancia, lo cual sugiere un modelo AR (1).

Figura 6. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por VHB.



Los análisis de las gráficas anteriores se presentan a continuación



5.2.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por VHB.

Se realizaron los siguientes modelos para la serie, incluyendo el modelo ARMA sugerido a partir de los análisis de la figura 6 (1 0):

La siguiente tabla recoge el análisis de la significancia estadística y de los criterios parsimoniosos AIC y BIC para los cuatro modelos anteriores.

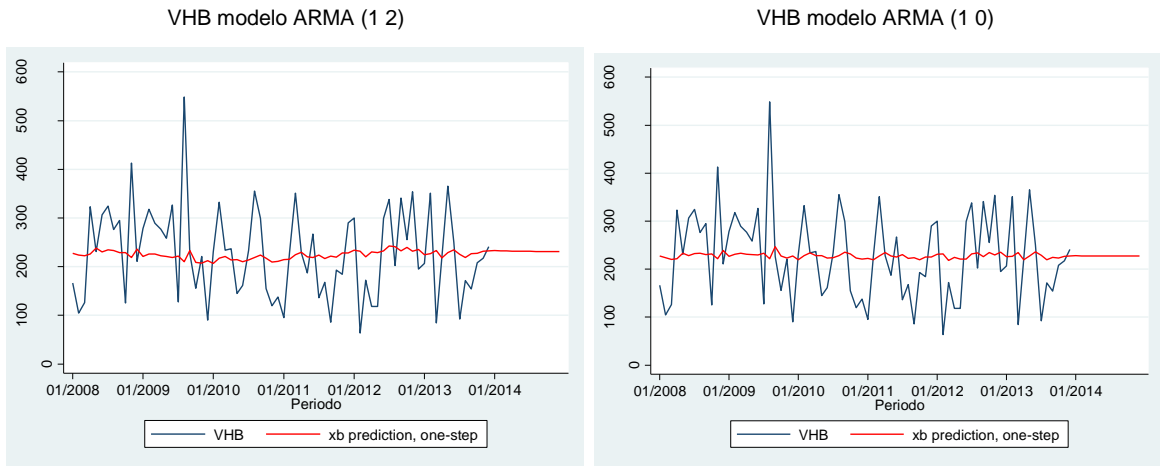
```
. estimate store arima4
. estimates table arima1 arima2 arima3 arima4, stat(aic, bic) b(%7.3g) p(%4.3f)
```

Variable	arima1	arima2	arima3	arima4
VHB				
_cons	228 0.000	228 0.000	228 0.000	228 0.000
ARMA				
ar				
L1.	.0591 0.734	.241 0.904	.0578 0.744	.67 0.000
L2.			.0244 0.841	-.787 0.000
ma				
L1.		-.181 0.930		-.575 0.999
L2.				1 1.000
sigma				
_cons	91.5 0.000	91.5 0.000	91.5 0.000	82.8 0.999
Statistics				
aic	861	863	863	856
bic	868	872	872	870

legend: b/p

La tabla muestra que los p-valor en AR y MA para los cuatro modelos en su mayoría no son significativos a pesar de que el AIC y BIC muestran que el mejor modelo de los cuatro es arma1 (1 0). Se grafican los 2 mejores modelos del análisis anterior y se muestran a continuación:

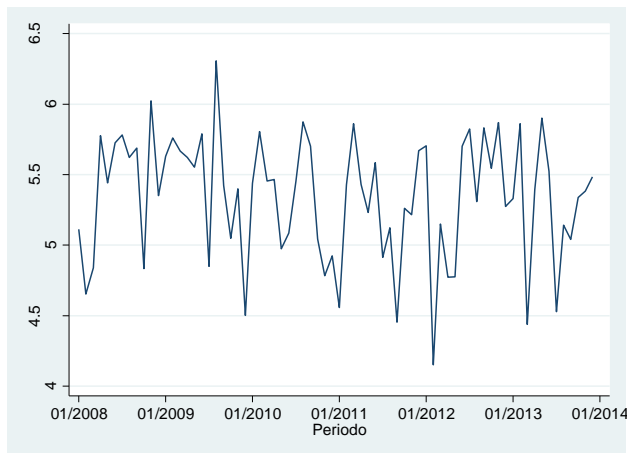
Figura 7. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VHB.



5.2.4 Análisis de las tasas de infección mensual por VHB transformaciones.

No tenemos aún definido un buen modelo, se procede a realizar transformación logarítmica de la serie tasa de infección por VHB y se repiten los análisis anteriores.

Figura 8. Comportamiento de la serie tasas de infección por VHB con transformación logarítmica.



Se observa un comportamiento muy similar a la serie original con estacionariedad y varianza no constante. Se procede a analizar los gráficos de autocorrelación y correlación parcial.

5.2.5 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VHB serie transformada. El test estadístico de Dickey-Fuller confirma que la serie es estacionaria. Observamos un p-valor inferior a 0.05 lo cual permite rechazar hipótesis nula de no estacionariedad.

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 71

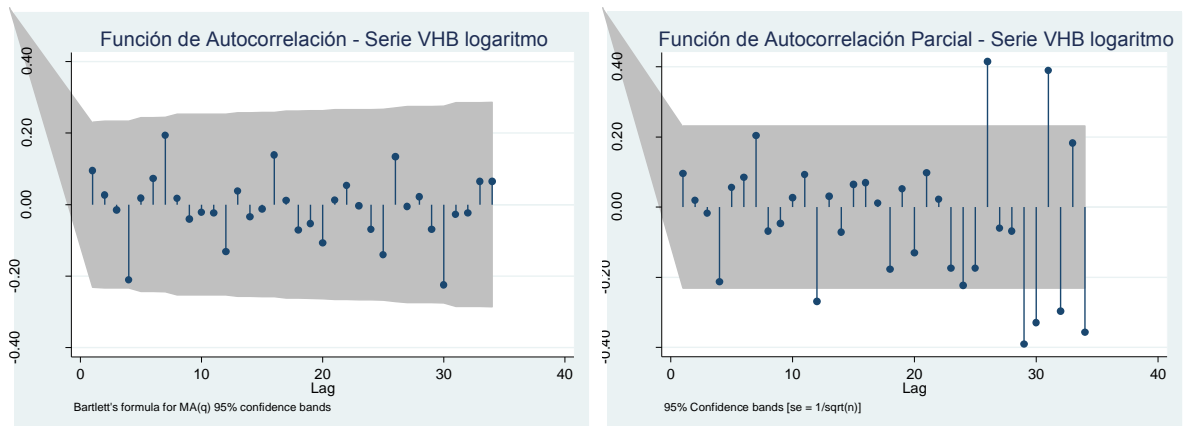
	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-7.557	-2.382	-1.667	-1.294

p-value for Z(t) = 0.0000

D.VHB_log	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]	
VHB_log L1.	-.904599	.119704	-7.56	0.000	-1.143402	-.6657961
_cons	4.833069	.6410427	7.54	0.000	3.554224	6.111915

5.2.6 Autocorrelogramas tasa de infección por VHB serie transformada. A continuación se procede a graficar los autocorrelogramas para definir un nuevo modelo AR y MA de la serie.

Figura 9. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por VHB con transformación logarítmica.



Se muestra en la gráfica de FAC que no hay rezagos significativos y tampoco presencia de estacionalidad. El comportamiento sinusoidal de la serie en la gráfica FAC con rezagos positivos y negativos confirma la estacionariedad y plantea un modelo AR (2) o un proceso autorregresivo de orden superior. La gráfica de FACP muestra 3 rezagos diferentes de cero y sugiere un modelo MA (2) o MA (3).

Los datos del análisis anterior se muestran en la tabla a continuación:

. corrgram VHB_log

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
1	0.0952	0.0954	.68037	0.4095						
2	0.0269	0.0193	.73554	0.6923						
3	-0.0148	-0.0177	.7525	0.8608						
4	-0.2102	-0.2131	4.2141	0.3778						
5	0.0178	0.0556	4.2393	0.5155						
6	0.0723	0.0843	4.6617	0.5879						
7	0.1937	0.2032	7.7371	0.3563						
8	0.0173	-0.0682	7.7622	0.4570						
9	-0.0402	-0.0465	7.8986	0.5444						
10	-0.0221	0.0269	7.9404	0.6347						
11	-0.0236	0.0928	7.989	0.7143						
12	-0.1324	-0.2690	9.5453	0.6558						
13	0.0376	0.0306	9.6731	0.7204						
14	-0.0348	-0.0714	9.7846	0.7778						
15	-0.0122	0.0648	9.7986	0.8322						
16	0.1391	0.0692	11.64	0.7684						
17	0.0112	0.0107	11.652	0.8207						
18	-0.0712	-0.1780	12.152	0.8393						
19	-0.0527	0.0514	12.432	0.8664						
20	-0.1072	-0.1310	13.61	0.8497						
21	0.0121	0.0972	13.626	0.8851						
22	0.0537	0.0222	13.932	0.9039						
23	-0.0027	-0.1748	13.933	0.9288						
24	-0.0699	-0.2233	14.476	0.9352						
25	-0.1409	-0.1748	16.726	0.8915						
26	0.1344	0.4152	18.819	0.8440						
27	-0.0053	-0.0606	18.822	0.8764						
28	0.0216	-0.0686	18.879	0.9018						
29	-0.0699	-0.3912	19.485	0.9082						
30	-0.2246	-0.3289	25.886	0.6810						
31	-0.0276	0.3892	25.984	0.7221						
32	-0.0234	-0.2969	26.057	0.7611						
33	0.0651	0.1823	26.637	0.7753						
34	0.0650	-0.3571	27.229	0.7883						

arma3: modelo ARMA (3 0 3)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(5) = 5775.41
 Log likelihood = -39.28577 Prob > chi2 = 0.0000

VHB_ln	Coef.	OPG Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
VHB_ln _cons	5.342954	.0617352	86.55	0.000	5.221955	5.463952
ARMA						
ar						
L1.	.6224183	.1958866	3.18	0.001	.2384875	1.006349
L2.	.2189982	.2888763	0.76	0.448	-.347189	.7851855
L3.	-.8176324	.1953753	-4.18	0.000	-1.200561	-.4347037
ma						
L1.	-.5563578	.2527846	-2.20	0.028	-1.051806	-.0609092
L2.	-.4124324	.245579	-1.68	0.093	-.8937583	.0688935
L3.	.9424013	.	.	.	.	.
/sigma	.4076245	.0433464	9.40	0.000	.3226671	.4925819

arma4: modelo ARMA (2 0 2)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(3) = 119.64
 Log likelihood = -41.07262 Prob > chi2 = 0.0000

VHB_ln	Coef.	OPG Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
VHB_ln _cons	5.337086	.0355755	150.02	0.000	5.267359	5.406812
ARMA						
ar						
L1.	.1498539	.198052	0.76	0.449	-.2383209	.5380287
L2.	.7763491	.1913869	4.06	0.000	.4012376	1.151461
ma						
L1.	-.0627159	.	.	.	.	.
L2.	-.9372857	.2270694	-4.13	0.000	-1.382334	-.4922379
/sigma	.4243888	.0586552	7.24	0.000	.3094267	.5393509

Se comparan los 4 modelos de los análisis anteriores para decidir cual se ajusta a la serie con base en los criterios AIC y BIC.

```
. estimates table arima1 arima2 arima3 arima4, stat(aic, bic) b(%7.3g) p(%4.3f)
```

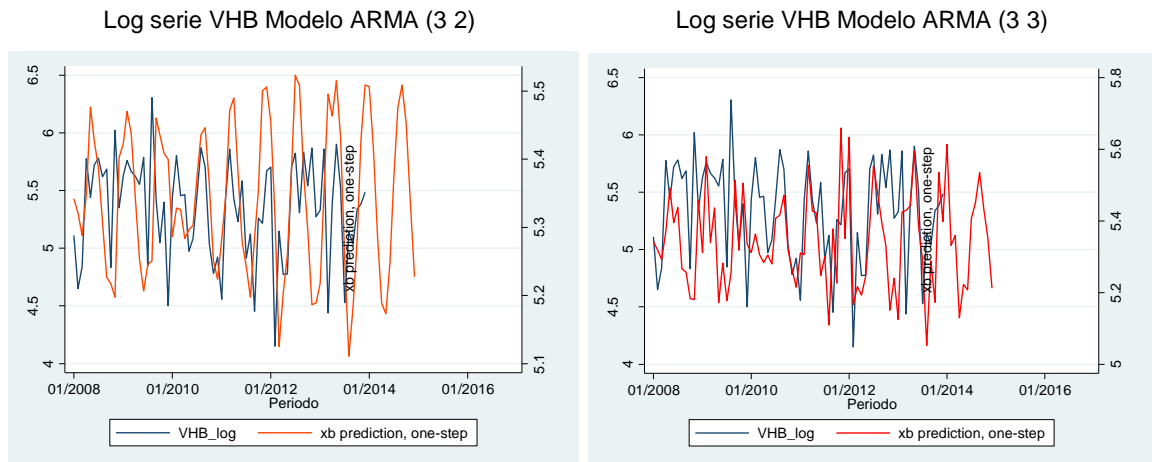
Variable	arima1	arima2	arima3	arima4
VHB_LOG				
_cons	5.34	5.34	5.34	5.34
	0.000	0.000	0.000	0.000
ARMA				
ar				
L1.	.56	.659	.623	.15
	0.650	0.003	0.001	0.612
L2.	-.0186	-.821	.219	.776
	0.922	0.000	0.449	0.000
L3.	-.0796	-.0529	-.817	
	0.597	0.755	0.000	
ma				
L1.	-.469	-.618	-.556	-.0628
	0.708	0.000	0.028	1.000
L2.		1	-.412	-.937
		.	0.093	0.999
L3.			.942	
			.	
sigma				
_cons	.436	.402	.408	.424
	0.000	0.000	0.000	0.998
Statistics				
aic	96.7	89.1	92.6	94.1
bic	110	103	109	108

legend: b/p

De acuerdo con la tabla anterior utilizando los criterios de parsimonia AIC y BIC, el mejor modelo es arma2 (3 0 2) seguido de arma3 (3 0 3)

Los parámetros aic y bic muestran que el mejor modelo ARMA para la serie de tasa de infección por el VHB es (3 2). Sin embargo, en los siguientes gráficos se observa que la serie ARIMA (3 3) muestra mejor comportamiento con la serie transformada VHB.

Figura 10. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VHB con transformación logarítmica.



El modelo ARMA (3 3) seleccionado, es explicado por la siguiente ecuación

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_3 Z_{t-3} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3}$$

En donde:

Z_t = tasa de infección mensual por VHB

ϕ_1 = parámetro del modelo AR 1 = 0.6224

ϕ_2 = parámetro del modelo AR 2 = 0.2189

ϕ_3 = parámetro del modelo AR 3 = -0.8176

θ_1 = parámetro del modelo MA 1 = -0.5563

θ_2 = parámetro del modelo MA 2 = -0.4124

θ_3 = parámetro del modelo MA 3 = 0.9424

a_t = ruido blanco (comportamiento aleatorio de los residuos)

Por lo tanto, la ecuación del modelo ARMA para la serie tasa de infección por VHB es:

$$Z_t = (0.6224) 1Z_{t-1} + (0.2189) 2Z_{t-2} + (-0.8176) 3Z_{t-3} + a_t - (-0.5563) 1a_{t-1} - (-0.4124) 2a_{t-2} - (0.9424) a_{t-3}$$

El modelo anterior revela que la tasa de infección por VHB en el mes “t” fue aproximadamente de 6.22 de la tasa de incidencia en el mes “t-1”, 2.18 de la tasa de incidencia del mes “t-2” y (-8.17) de la tasa de incidencia del mes “t-3” más un ruido blanco. Con el anterior modelo se realizó la predicción de los siguientes 12 meses después del mes 72 (diciembre de 2013), con base en la ecuación del modelo ARMA (3 3) y como se muestra a continuación:

Tabla 4. Predicción de la serie logaritmo de la tasa de infección por VHB utilizando el modelo ARIMA (3 0 3)

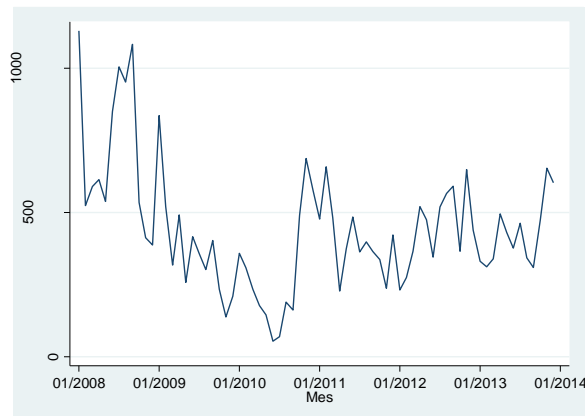
Año	Tasa Infección VHB/100.000 habitantes	
	Mes	Tasa observada Tasa modelo ARIMA
2012	Enero	5.7 5.63
	Febrero	4.2 5.17
	Marzo	5.1 5.22
	Abril	4.8 5.19
	Mayo	4.8 5.24
	Junio	5.7 5.39
	Julio	5.8 5.55
	Agosto	5.3 5.48
	Septiembre	5.8 5.40
	Octubre	5.5 5.33
	Noviembre	5.9 5.15
	Diciembre	5.3 5.24
2013	Enero	5.3 5.13
	Febrero	5.9 5.42
	Marzo	4.4 5.43
	Abril	5.4 5.44
	Mayo	5.9 5.60
	Junio	5.5 5.39
	Julio	4.5 5.29
	Agosto	5.1 5.05
	Septiembre	5.0 5.29
	Octubre	5.3 5.17
	Noviembre	5.4 5.54
	Diciembre	5.5 5.40
2014	Enero	5.61
	Febrero	5.33
	Marzo	5.36
	Abril	5.13
	Mayo	5.22
	Junio	5.21
	Julio	5.41
	Agosto	5.45
	Septiembre	5.53
	Octubre	5.43
	Noviembre	5.35
	Diciembre	5.21

La tabla 4 muestra que el comportamiento de la tasa de infección por VIH en el período para el cual se realiza la predicción (12 meses del año 2014), muestra un comportamiento ondulatorio iniciando con ln (5.61) en enero, descendiendo a ln (5.13) en abril, luego se incrementa a ln (5.45) en agosto y finalmente cae a ln (5.21) en diciembre.

5.3 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR VHC

Iniciamos el análisis graficando la serie como se muestra a continuación:

Figura 11. Comportamiento de la serie tasas de infección por VHC.



5.3.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por VHC. Se observa una serie estacionaria con picos altos y bajos. El comportamiento decreciente durante 2009 y 2010 sugieren una tendencia corta. Sin embargo, el estadístico de Dickey-Fuller que se muestra a continuación, confirma la estacionariedad de la serie con un p-valor estadísticamente significativo (0.000).

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 71

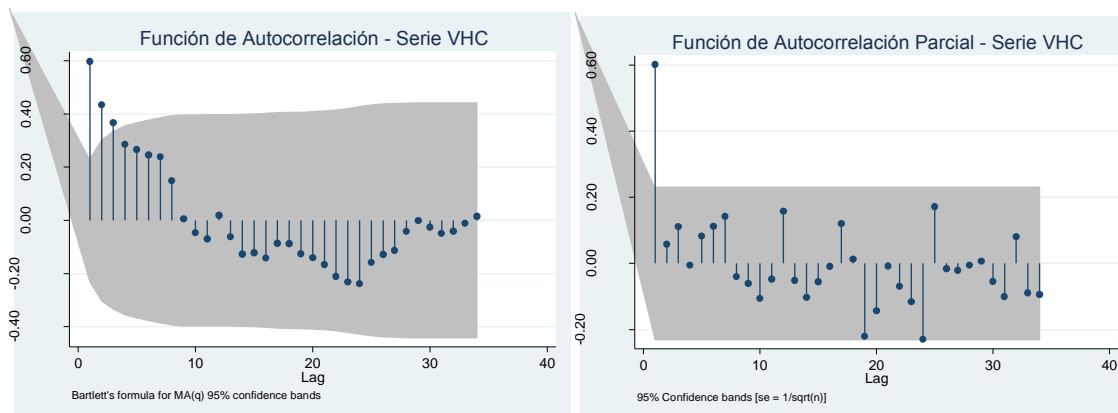
Test Statistic	Z(t) has t-distribution			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-4.665	-2.382	-1.667	-1.294

p-value for Z(t) = 0.0000

D.VHC	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]
VHC					
L1.	-.3983957	.0853984	-4.67	0.000	-.5687609 - .2280305
_cons	167.9284	41.9184	4.01	0.000	84.30344 251.5533

5.3.2 Autocorrelogramas tasa de infección VHC. En el gráfico de FAC muestra un rezago significativo para el modelo MA (1) y comportamiento sinusoidal de la serie. Igualmente, el gráfico de FACP muestra un rezago por fuera del área de significancia. La presencia de un gran número de rezagos negativos en el FAC sugiere un modelo AR (2).

Figura 12. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por VHC.



Los datos correspondientes a los dos autocorrelogramas de la figura 12 se muestran en la siguiente tabla:

```
. corrgram VHC
```

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
1	0.5974	0.6016	26.783	0.0000						
2	0.4335	0.0585	41.088	0.0000						
3	0.3662	0.1110	51.443	0.0000						
4	0.2856	-0.0053	57.835	0.0000						
5	0.2671	0.0826	63.51	0.0000						
6	0.2458	0.1123	68.388	0.0000						
7	0.2388	0.1425	73.062	0.0000						
8	0.1484	-0.0399	74.895	0.0000						
9	0.0052	-0.0601	74.897	0.0000						
10	-0.0472	-0.1061	75.089	0.0000						
11	-0.0694	-0.0474	75.51	0.0000						
12	0.0189	0.1574	75.541	0.0000						
13	-0.0623	-0.0511	75.892	0.0000						
14	-0.1266	-0.1031	77.364	0.0000						
15	-0.1211	-0.0557	78.735	0.0000						
16	-0.1424	-0.0090	80.665	0.0000						
17	-0.0862	0.1200	81.385	0.0000						
18	-0.0870	0.0127	82.132	0.0000						
19	-0.1254	-0.2206	83.713	0.0000						
20	-0.1407	-0.1438	85.741	0.0000						
21	-0.1658	-0.0077	88.612	0.0000						
22	-0.2101	-0.0692	93.316	0.0000						
23	-0.2322	-0.1158	99.181	0.0000						
24	-0.2388	-0.2293	105.51	0.0000						
25	-0.1579	0.1721	108.34	0.0000						
26	-0.1279	-0.0161	110.23	0.0000						
27	-0.1127	-0.0214	111.74	0.0000						
28	-0.0413	-0.0056	111.94	0.0000						
29	-0.0012	0.0065	111.94	0.0000						
30	-0.0255	-0.0541	112.03	0.0000						
31	-0.0498	-0.0996	112.35	0.0000						
32	-0.0400	0.0808	112.56	0.0000						
33	-0.0117	-0.0888	112.58	0.0000						
34	0.0155	-0.0935	112.61	0.0000						

5.3.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por VHC.

Con esta información realizamos el modelo ARMA para la serie tasa de infección por VHC, se incluye el modelo ARMA (1 1) sugerido a partir de los análisis de la figura 12.

La siguiente tabla resume los 4 modelos de ARMA anteriores:

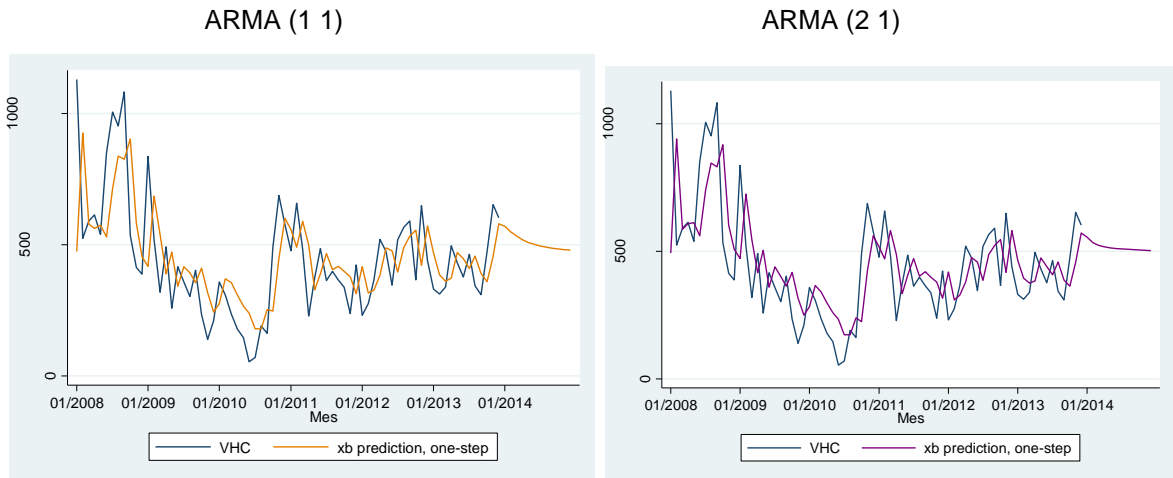
```
. estimates table arima1 arima2 arima3 arima4, stat(aic, bic) b(%7.3g) p(%4.3f)
```

Variable	arima1	arima2	arima3	arima4
VHC				
_cons	474 0.000	493 0.000	491 0.000	492 0.000
ARMA				
ar				
L1.	.775 0.000	1.33 0.000	.901 0.000	.956 0.210
L2.		-.384 0.210		-.0467 0.944
ma				
L1.	-.165 0.374	-.729 0.024	-.271 0.067	-.325 0.659
L2.			-.221 0.123	-.204 0.497
sigma				
_cons	164 0.000	163 0.000	163 0.000	163 0.000
Statistics				
aic	948	949	948	950
bic	957	960	960	964

legend: b/p

Se puede apreciar que los modelos arma1 (1 1) y arma2 (2 1) son los mejores a elegir según los criterios parsimonioso de AIC y BIC. Se observa el resultado en las siguientes figuras donde se muestra la serie original vs la serie predictiva con cada modelo ARMA.

Figura 13. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por VHC.



El modelo ARMA (2 1) seleccionado a partir de los análisis anteriores, es explicado por la siguiente ecuación:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

En donde:

Z_t = tasa de infección mensual por VHC

ϕ_1 = parámetro del modelo AR 1 = 1.3317

ϕ_2 = parámetro del modelo AR 2 = -0.3835

θ_1 = parámetro del modelo MA 1 = -0.7292

a_t = ruido blanco (comportamiento aleatorio de los residuos)

Por lo tanto, la ecuación del modelo ARMA para la serie tasa de infección por VHC es:

$$Z_t = (1.3317) 1Z_{t-1} + (-0.3835)2Z_{t-2} + a_t - (-0.7292)1a_{t-1}$$

El modelo revela que la tasa de infección por VHC en el mes “t” fue aproximadamente de 133.17 de la tasa de incidencia en el mes “t-1”, (-38.35) de la

tasa de incidencia del mes “t-2” más un ruido blanco. Con el anterior modelo se realizó la predicción de los siguientes 12 meses después del mes 72 (diciembre de 2013), con base en la ecuación del modelo ARMA (3 3).

La Tabla 5 muestra que el comportamiento de la tasa de infección por VHC en el período para el cual se realiza la predicción (12 meses del año 2014). Se observa que las tasas del año 2014 son mayores a los años anteriores; sin embargo, el mes de enero es cuando mayor es la casuística de infección por VHC con un comportamiento decreciente durante el 2014 llegando a 479 casos por 100 mil habitantes en el mes de diciembre.

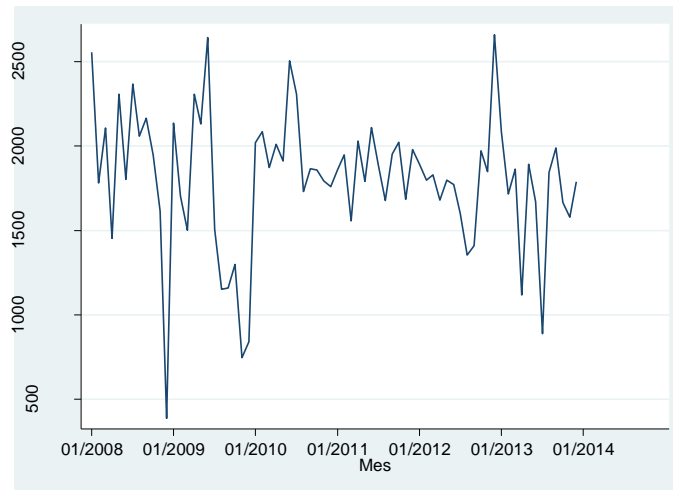
Tabla 5. Predicción de la serie tasa de infección por VHC utilizando el modelo ARIMA (2 0 1)

Año	Tasa Infección VHC/100.000 habitantes		
	Mes	Tasa observada	Tasa modelo ARIMA
2012	Enero	230.9	415.74
	Febrero	275.1	316.00
	Marzo	365.8	326.48
	Abril	520.3	383.54
	Mayo	474.3	487.22
	Junio	345.2	476.27
	Julio	518.8	395.71
	Agosto	566.0	488.32
	Septiembre	590.9	532.38
	Octubre	365.3	554.86
	Noviembre	649.0	420.93
	Diciembre	439.1	571.87
2013	Enero	330.4	468.79
	Febrero	312.0	385.41
	Marzo	338.8	360.44
	Abril	495.0	372.64
	Mayo	430.2	469.99
	Junio	376.0	446.51
	Julio	463.0	409.58
	Agosto	342.4	456.57
	Septiembre	308.9	390.73
	Octubre	473.6	359.41
	Noviembre	653.1	454.71
	Diciembre	602.8	579.98
2014	Enero		569.96
	Febrero		548.28
	Marzo		531.48
	Abril		518.45
	Mayo		508.35
	Junio		500.52
	Julio		494.46
	Agosto		489.75
	Septiembre		486.10
	Octubre		483.28
	Noviembre		481.09
	Diciembre		479.39

5.4 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR SÍFILIS

Iniciamos el análisis graficando la serie:

Figura 14. Comportamiento de la serie tasas de infección por sífilis.

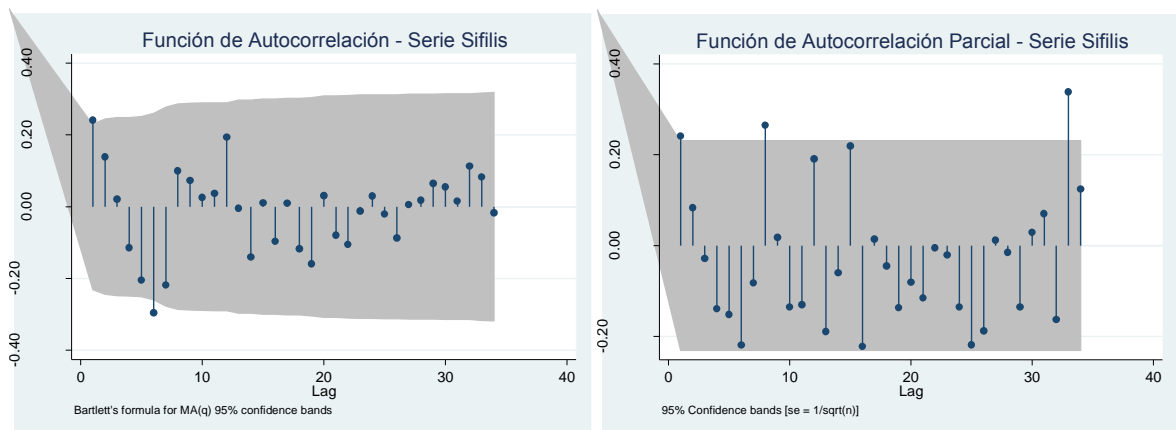


5.4.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por sífilis. Se observa una serie estacionaria con picos altos y bajos y ausencia de varianza constante en la serie. El estadístico de Dickey-Fuller que se muestra a continuación, confirma la estacionariedad de la serie con un p-valor de 0.0000 el cual es estadísticamente significativo.

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 71			
Test Statistic	Z(t) has t-distribution				
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value		
Z(t)	-6.669	-2.382	-1.667	-1.294	
p-value for Z(t) = 0.0000					
D.Sifilis	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]
Sifilis					
L1.	-.7591166	.1138357	-6.67	0.000	-.9862126 - .5320205
_cons	1355.941	210.2969	6.45	0.000	936.4103 1775.472

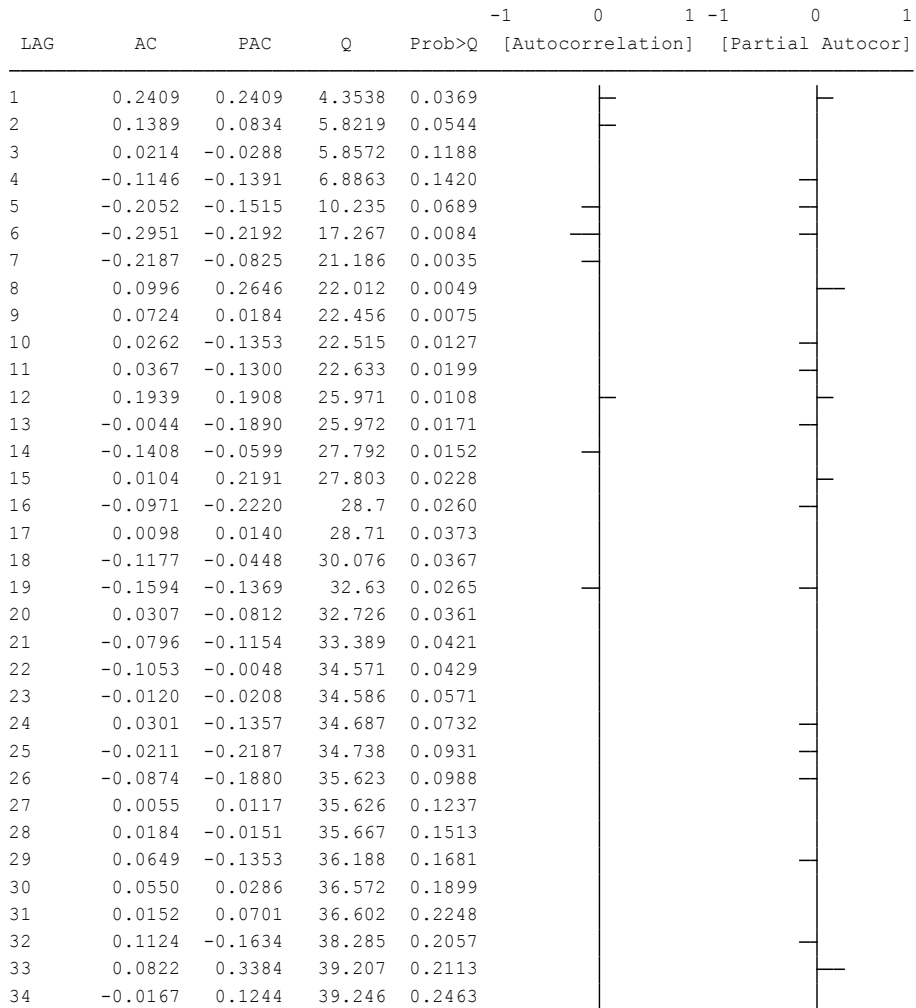
5.4.2 Autocorrelogramas tasa de infección sífilis. En el gráfico de FAC no muestra la presencia de rezagos significativos; se observa un comportamiento sinusoidal de la serie con descenso de los retardos confirmando la estacionariedad; lo anterior sugiere un modelo AR (1). Respecto a la identificación de la media móvil, el gráfico de FACP muestra un rezago por fuera del área de significancia. Por lo tanto, la parte de media móvil se modeliza como un proceso MA (1).

Figura 15. Correlogramas de la serie tasas de infección por sífilis.



Los datos correspondientes a la figura 15 se muestran en la siguiente tabla:

```
. corrgram Sifilis
```



5.4.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por sífilis.

Con la información del análisis de la figura 15 realizamos el modelo ARMA para la serie tasa de infección por sífilis utilizando el modelo (1 1) y otros para contrastar con la serie original.

arma1: modelo ARMA (1 0)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(1) = 5.80
 Log likelihood = -533.2215 Prob > chi2 = 0.0161

Sifilis	OPG		z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
Sifilis _cons	1803.731	68.18707	26.45	0.000	1670.087	1937.375
ARMA						
ar L1.	.2492941	.1035456	2.41	0.016	.0463485	.4522398
/sigma	398.0014	27.39211	14.53	0.000	344.3139	451.689

arma2: modelo ARMA (1 1)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(2) = 8.46
 Log likelihood = -533.0595 Prob > chi2 = 0.0145

Sifilis	OPG		z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
Sifilis _cons	1804.402	73.42687	24.57	0.000	1660.488	1948.316
ARMA						
ar L1.	.4325187	.4228707	1.02	0.306	-.3962926	1.26133
ma L1.	-.1921576	.48132	-0.40	0.690	-1.135528	.7512124
/sigma	397.0924	27.32205	14.53	0.000	343.5421	450.6426

arma3: modelo ARMA (2 1)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(3) = 297.94
 Log likelihood = -531.0687 Prob > chi2 = 0.0000

Sifilis	Coef.	OPG Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
Sifilis _cons	1799.711	27.77207	64.80	0.000	1745.278	1854.143
ARMA						
ar						
L1.	1.179715	.1246699	9.46	0.000	.9353667	1.424064
L2.	-.3080346	.0981503	-3.14	0.002	-.5004058	-.1156635
ma						
L1.	-1.000019	241.8956	-0.00	0.997	-475.1066	473.1066
/sigma	380.6638	46058.96	0.01	0.497	0	90654.56

arma4: modelo ARMA (3 1)

ARIMA regression

Sample: 01/2008 - 12/2013 Number of obs = 72
 Wald chi2(4) = 354.02
 Log likelihood = -529.8793 Prob > chi2 = 0.0000

Sifilis	Coef.	OPG Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
Sifilis _cons	1799.636	24.43764	73.64	0.000	1751.74	1847.533
ARMA						
ar						
L1.	1.116526	.1448059	7.71	0.000	.8327114	1.40034
L2.	-.0907167	.2290913	-0.40	0.692	-.5397274	.3582941
L3.	-.1842694	.1718665	-1.07	0.284	-.5211215	.1525826
ma						
L1.	-1.000015	293.0489	-0.00	0.997	-575.3653	573.3653
/sigma	373.2864	54716.02	0.01	0.497	0	107614.7

Análisis de los 4 modelos

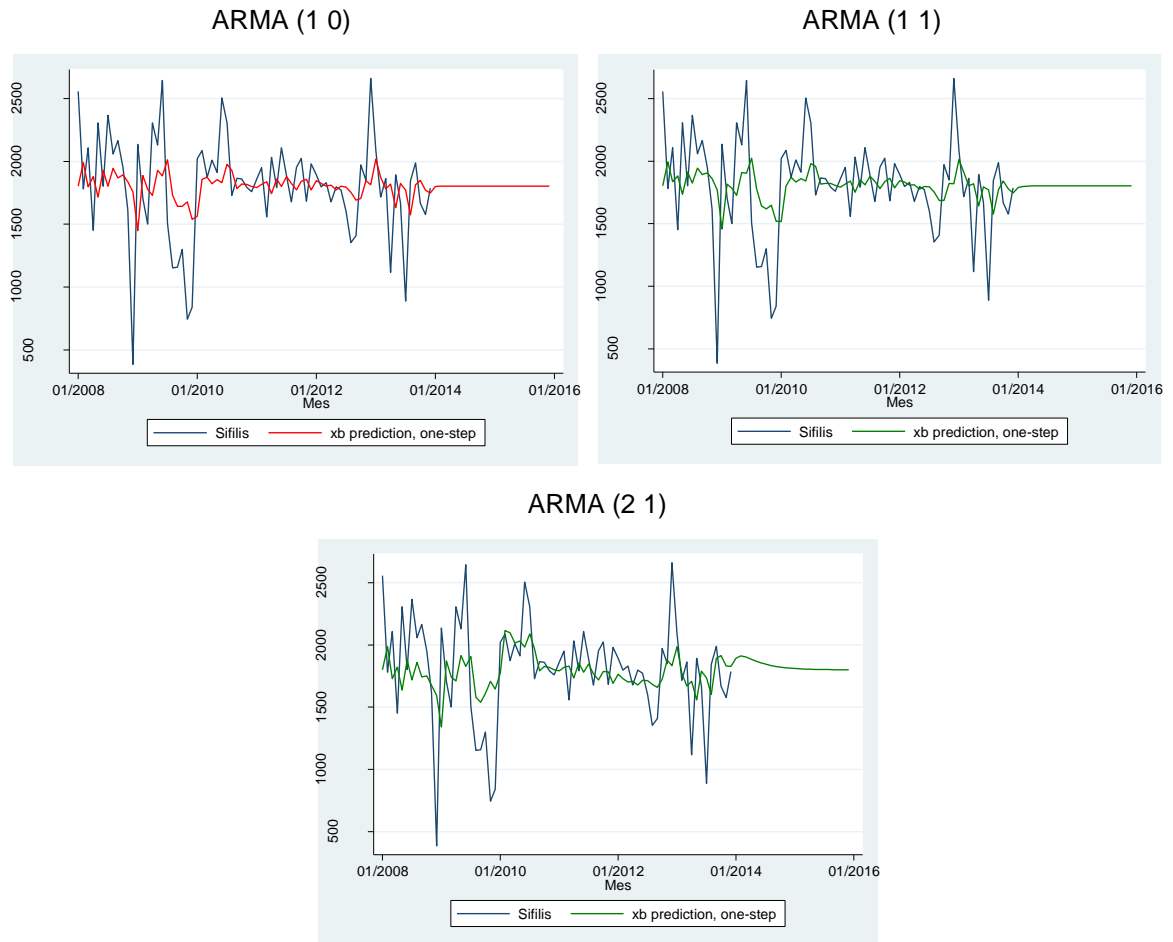
```
. estimates table arima1 arima2 arima3 arima4, stat(aic, bic) b(%7.3g) p(%7.3f)
```

Variable	arima1	arima2	arima3	arima4
Sifilis				
_cons	1804 0.000	1804 0.000	1800 0.000	1800 0.000
ARMA				
ar				
L1.	.249 0.016	.433 0.306	1.18 0.000	1.12 0.000
L2.			-.308 0.002	-.0907 0.692
L3.				-.184 0.284
ma				
L1.		-.192 0.690	-1 0.996	-1 1.000
sigma				
_cons	398 0.000	397 0.000	381 0.993	373 0.999
Statistics				
aic	1072	1074	1072	1072
bic	1079	1083	1084	1085

legend: b/p

La tabla anterior muestra, según los criterios AIC y BIC, que los mejores modelos son arima1 y arima2, es decir ARMA (1 0) y ARMA (1 1). Los siguientes gráficos comparan la serie original de tasa de infección por sífilis con los modelos obtenidos por análisis de ARMA.

Figura 16. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por sífilis.



El modelo ARMA (1,0), seleccionado a partir de los análisis anteriores, es un modelo autorregresivo de primer orden el cual es explicado por la siguiente ecuación

$$z_t = \phi z_{t-1} + a_t$$

En donde:

Z_t = tasa de infección mensual por sífilis

ϕ = parámetro del modelo = 0.2492

a_t = ruido blanco (comportamiento aleatorio de los residuos)

Por lo tanto, la ecuación del modelo ARMA para la serie tasa de infección por sífilis es:

$$Z_t = 0.2492Z_{t-1} + a_t$$

El modelo anterior revela que la tasa de infección por sífilis en el mes “t” fue aproximadamente de 2492 de la tasa de incidencia en el mes “t-1” más un ruido blanco. Con el anterior modelo se realizó la predicción de los siguientes 12 meses después del mes 72 (diciembre de 2013), con base en la ecuación del modelo ARMA (1 0) y como se muestra a continuación

Tabla 6. Predicción de la serie tasa de infección por sífilis utilizando el modelo ARIMA (1 0 0)

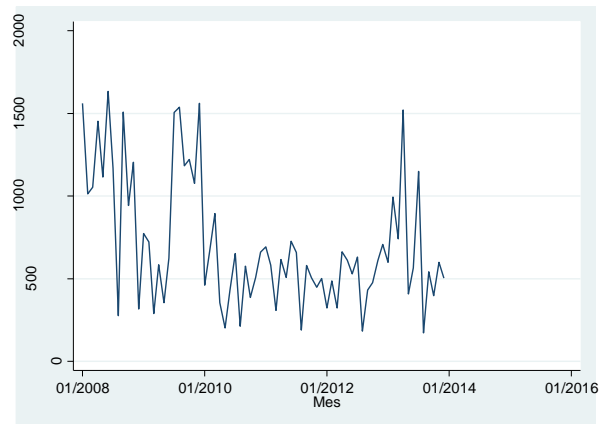
Año	Tasa Infección Sífilis/100.000 habitantes		
	Mes	Tasa observada	Tasa modelo ARIMA
2012	Enero	1893.8	1774.0
	Febrero	1798.9	1847.4
	Marzo	1829.1	1826.2
	Abril	1679.3	1802.5
	Mayo	1798.4	1810.1
	Junio	1772.2	1772.7
	Julio	1601.6	1802.4
	Agosto	1354.4	1795.9
	Septiembre	1409.1	1753.3
	Octubre	1972.6	1691.7
	Noviembre	1848.6	1705.3
	Diciembre	2659.2	1845.8
2013	Enero	2085.5	1814.9
	Febrero	1716.1	2017.0
	Marzo	1863.2	1874.0
	Abril	1118.4	1781.9
	Mayo	1892.9	1818.6
	Junio	1671.2	1632.9
	Julio	889.1	1826.0
	Agosto	1845.2	1770.7
	Septiembre	1988.4	1575.7
	Octubre	1667.0	1814.1
	Noviembre	1578.4	1849.8
	Diciembre	1788.2	1769.6
2014	Enero		1747.5
	Febrero		1799.9
	Marzo		1802.8
	Abril		1803.5
	Mayo		1803.7
	Junio		1803.7
	Julio		1803.7
	Agosto		1803.7
	Septiembre		1803.7
	Octubre		1803.7
	Noviembre		1803.7
	Diciembre		1803.7

La Tabla 6 muestra que el comportamiento de la tasa de infección por sífilis en el período para el cual se realiza la predicción (12 meses del año 2014). Se observa que las tasas del año 2014 son muy similares a los años anteriores sin un incremento importante a lo largo del año, permitiendo afirmar que los casos de sífilis para la predicción del año 2014 serán estables.

5.5 ANÁLISIS DE LAS TASAS DE INFECCIÓN MENSUAL DE INFECCIÓN POR CHAGAS

La siguiente grafica muestra que la serie tasa de infección por Chagas es una serie estacionaria con varianza no homogénea y la presencia de picos altos y bajos.

Figura 17. Comportamiento de la serie tasas de infección por Chagas.



5.5.1 Análisis de estacionariedad tasa de infección por Chagas. El estadístico de Dickey-Fuller que se muestra a continuación, confirma la estacionariedad de la serie con un p-valor de 0.0005 el cual permite rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad.

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 71

Test	Statistic	Z(t) has t-distribution		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-5.876	-2.382	-1.667	-1.294

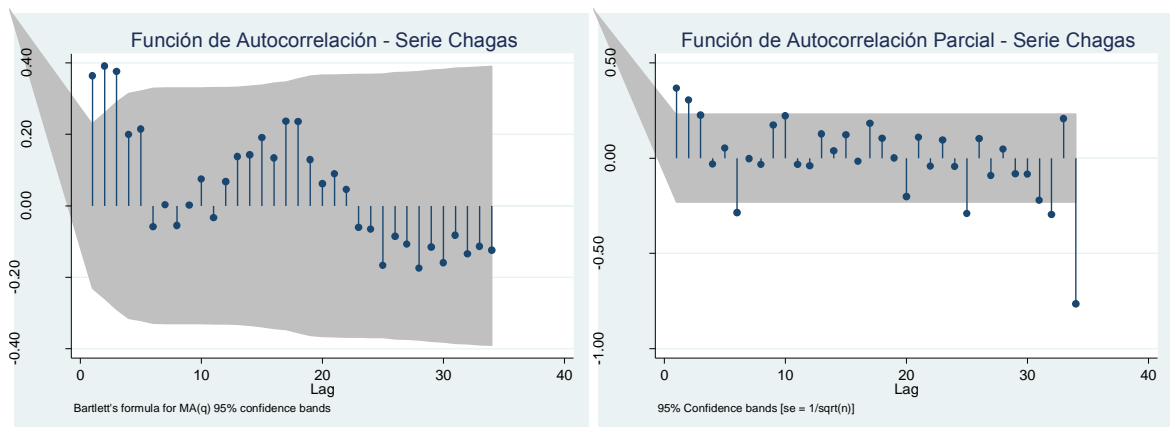
p-value for Z(t) = 0.0000

D.Chagas	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]
Chagas					
L1.	-.6338916	.1078748	-5.88	0.000	-.8490959 - .4186874
_cons	437.3561	87.84591	4.98	0.000	262.1083 612.6039

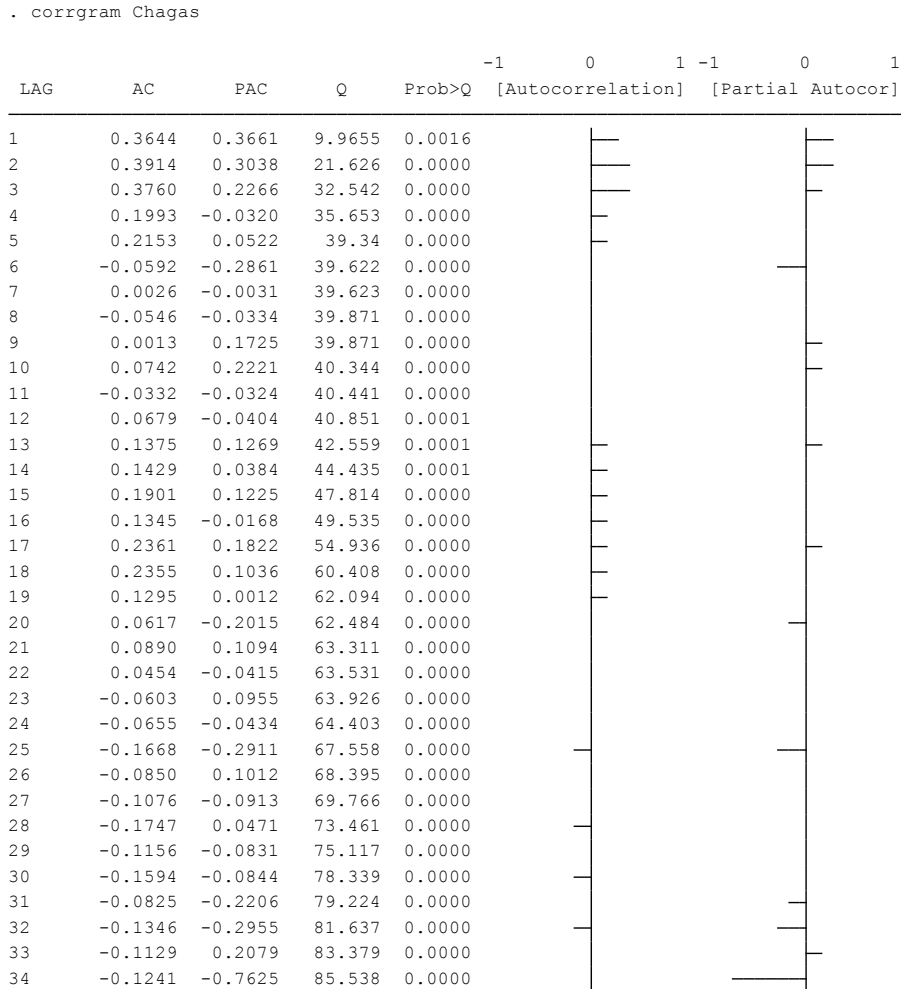
5.5.2 Autocorrelogramas tasa de infección Chagas. A continuación se realiza el análisis del autocorrelograma y de autocorrelación parcial para definir el modelo ARMA.

En el gráfico de FAC muestra un rezago significativo que sugiere un modelo MA (1). Por otra parte, el gráfico FACP muestra un rezago por fuera del área de significancia, lo cual plantea un modelo AR (1).

Figura 18. Autocorrelogramas de la serie tasas de infección por Chagas.



La siguiente tabla contiene los datos correspondientes a los análisis de autocorrelación y autocorrelación parcial de la figura 18.



5.5.3 Estimación del modelo ARMA con la serie tasa de infección por Chagas. Con la información anterior buscamos el modelo ARMA para la serie tasa de infección por sífilis, se incluye el modelo ARMA (1 1) sugerido a partir de los análisis de la figura 18.

En la siguiente tabla se comparan los modelos y se selecciona el mejor con base en los criterios AIC y BIC

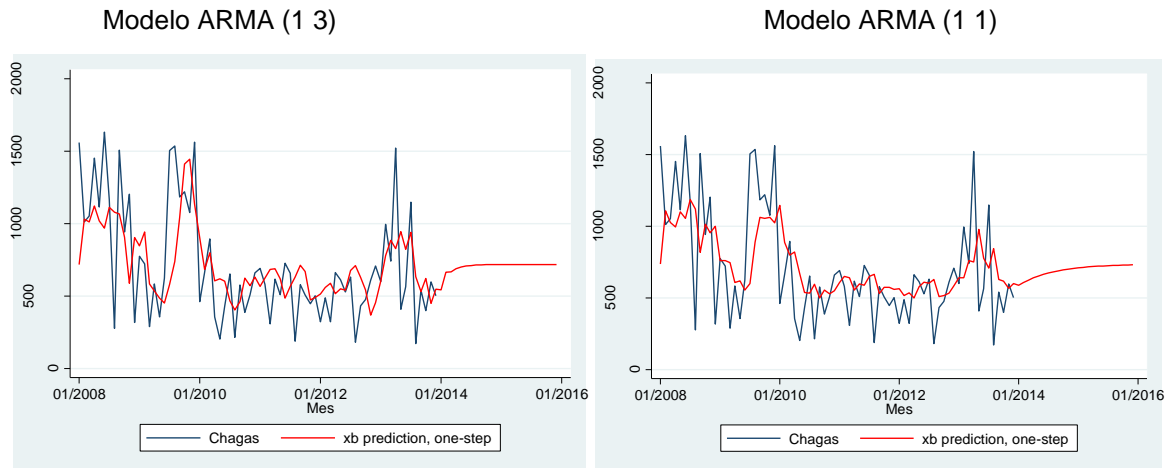
```
. estimates table arima1 arima2 arima3 arima4, stat(aic, bic) b(%7.3g) p(%4.3f)
```

Variable	arima1	arima2	arima3	arima4
Chagas				
_cons	736 0.000	733 0.000	729 0.000	718 0.000
ARMA				
ar				
L1.	.867 0.000	.594 0.106	.801 0.000	.604 0.000
L2.		.209 0.336		
ma				
L1.	-.568 0.000	-.379 0.277	-.657 0.000	-.465 0.000
L2.			.26 0.049	.144 0.289
L3.				.393 0.005
sigma				
_cons	341 0.000	338 0.000	334 0.000	323 0.000
Statistics				
aic	1053	1053	1052	1050
bic	1062	1065	1063	1063

legend: b/p

De acuerdo con el análisis anterior, el mejor modelo por la significancia estadística del p-valor para AR y MA, además de los criterios parsimoniosos AIC y BIC corresponde al modelo arma4 (1 3), seguido de arma1 (1 1). Se muestra a continuación el resultado de la serie Chagas comparado con los modelos predictivos:

Figura 19. Modelos ARMA para la serie tasa de infección por Chagas.



El modelo ARMA (1 3), seleccionado a partir de los anteriores análisis, es explicado por la siguiente ecuación

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3}$$

En donde:

Z_t = tasa de infección mensual por Chagas

ϕ_1 = parámetro del modelo AR 1 = 0.6043

θ_1 = parámetro del modelo MA 1 = -0.4645

θ_2 = parámetro del modelo MA 2 = 0.1439

θ_3 = parámetro del modelo MA 3 = 0.3928

a_t = ruido blanco (comportamiento aleatorio de los residuos)

Por lo tanto, la ecuación del modelo ARMA para la serie tasa de infección por Chagas es:

$$Z_t = (0.6043) 1Z_{t-1} + a_t - (-0.4645)1a_{t-1} - (0.1439)2a_{t-2} - (0.3928)a_{t-3}$$

El modelo anterior revela que la tasa de infección por Chagas en el mes “t” fue aproximadamente de 604.3 de la tasa de incidencia en el mes “t-1”, más un ruido blanco. Con el anterior modelo se realizó la predicción de los siguientes 12 meses después del mes 72 (diciembre de 2013), con base en la ecuación del modelo ARMA (1 3).

La tabla 7 muestra que el comportamiento de la tasa de infección por Chagas en el período para el cual se realiza la predicción (12 meses del año 2014). Se observa que las tasas del año 2014 son muy similares a los del año 2013. Sin embargo, comparado con el año 2012, el comportamiento del 2014 muestra que la incidencia de Chagas durante los 12 meses se incrementará de 542 casos en enero a 717.3 en diciembre.

Tabla 7. Predicción de la serie tasa de infección por Chagas utilizando el modelo ARIAM (1 0 3)

Año	Tasa Infección Chagas/100.000 habitantes		
	Mes	Tasa observada	Tasa modelo ARIAM
2012	Enero	323.3	514.5
	Febrero	486.8	559.9
	Marzo	322.8	588.9
	Abril	662.3	517.1
	Mayo	612.6	549.7
	Junio	529.3	541.4
	Julio	631.6	675.6
	Agosto	181.9	709.2
	Septiembre	431.8	627.9
	Octubre	474.9	542.9
	Noviembre	609.6	367.2
	Diciembre	707.5	453.0
2013	Enero	598.8	601.5
	Febrero	994.5	779.1
	Marzo	741.1	884.6
	Abril	1521.8	828.5
	Mayo	408.7	945.6
	Junio	564.0	823.9
	Julio	1148.4	940.8
	Agosto	171.2	633.2
	Septiembre	540.5	529.9
	Octubre	397.8	620.8
	Noviembre	598.7	448.1
	Diciembre	502.3	547.9
2014	Enero		542.8
	Febrero		664.7
	Marzo		667.8
	Abril		687.6
	Mayo		699.6
	Junio		706.8
	Julio		711.2
	Agosto		713.8
	Septiembre		715.4
	Octubre		716.4
	Noviembre		716.9
	Diciembre		717.3

6. CONCLUSIONES

- El presente estudio permitió conocer el comportamiento epidemiológico y demográfico de la población de donantes captados entre enero de 2008 y diciembre de 2013. El análisis representa implicaciones positivas para el diseño de políticas de salud públicas en Santander en cuanto al mejoramiento y planificación de los servicios de medicina transfusional. A pesar de que en los últimos 6 años el número de donantes en los bancos de sangre de la región se han incrementado, las cifras continúan siendo muy bajas comparado con el crecimiento demográfico. Por lo tanto, se evidencia la necesidad de mantener y perfeccionar los sistemas de captación de donantes y la necesidad de fomentar la implementación de programas educativos en diversas comunidades para potenciar la donación voluntaria de sangre.
- La proporción de donantes del sexo masculino se mantiene constante en el tiempo, siendo mayor que el de las mujeres en todos los años analizados. Por otra parte, el grupo de donantes que aporta mayor número de unidades de sangre son individuos entre los 18 y 30 años. Por lo anterior, los programas educativos y campañas de donación voluntaria debe focalizarse a los grupos en los cuales el número de donantes es bajo.
- El tipo de donante que prevalece en el estudio es el voluntario por primera vez y el voluntario repetitivo. De acuerdo con informes de la Organización Panamericana de la Salud, Colombia es el tercer país de la región con donantes voluntarios con 75.2% (19), cifras inferiores a las reportadas en el presente estudio (44.6%). Estos hallazgos sugieren implementar más campañas de promoción del donante con el fin de reducir el porcentaje de donantes por reposición.

- La Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó una prevalencia de 0,25%, 0,2%, 0,45%, 1,06% y 0,45% para VIH, VHB, VHC, sífilis y Chagas, respectivamente, en unidades de sangre tamizadas en Colombia en el 2010 (19). Estos datos son similares a los reportados en el presente estudio, en donde sífilis fue la más elevada (1,8%,6%) y VIH la más baja (0,21%). Los hombres y los donantes de reposición presentaron prevalencia más altas.
- Las bases de datos de donantes no mostraron información completa para otros agentes como virus de la leucemia de células T humanas (HTLV) y malaria. No obstante, estas pruebas no se realizan de forma rutinaria en bancos de sangre porque no son obligatorias según la normatividad vigente del Instituto Nacional de Salud.
- VIH, VHB y VHC mostraron cada una prevalencias muy bajas (inferior al 1%) durante todos los años evaluados. Estudios similares en otras regiones del país confirman nuestros hallazgos, lo cual ubican a Colombia en zona de baja endemicidad para estos agentes virales (20).
- Las tasas de infección calculadas a partir de los datos analizados no mostraron una tendencia creciente o decreciente de las series y por lo tanto se encontró que todas eran estacionarias, lo cual se pudo confirmar con los estadísticos utilizados. Esto puede ser un indicador de que los programas de promoción y prevención de enfermedades transmisibles no han tenido un impacto significativo en la población general en Santander, pues lo ideal es que las tasas muestren una tendencia decreciente en el tiempo. Lo anterior, teniendo en cuenta que los donantes de sangre son un reflejo de los grupos poblaciones en riesgo de adquirir agentes infecciosos, en este caso, individuos entre las edades 18-44 años.

- Se analizaron diferentes modelos ARMA a partir del análisis de correlogramas para cada serie de tasas de infección y se utilizaron criterios parsimoniosos para buscar el mejor modelo que se adaptara a cada serie. A partir de esto se hizo una predicción de cada serie en un periodo de 12 meses. En el caso de la serie infección por el VHB, se realizó transformación de Box Cox utilizando logaritmo natural. Esto permitió obtener una serie estacionaria y poder modelar la variable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Reporte del VI grupo de trabajo científico de la OMS sobre la enfermedad de Chagas. Ginebra; 2007.
2. World Health Organization, Department of Reproductive Health and Research. The global elimination of congenital syphilis: rationale and strategy for action. Geneva; 2007.
3. World Health Organization. Global report: UNAIDS report on the global AIDS epidemic 2010. Geneva; 2010.
4. Organización Panamericana de la Salud. Suministro de Sangre para Transfusiones en los Países del Caribe y de Latinoamérica 2006, 2007, 2008 y 2009: avance desde 2005 del Plan Regional de Seguridad Transfusional. Washington (DC); 2010.
5. Carreto-Vélez MA, Carrada-Bravo T, MartínezMagdaleno A. Seroprevalencia de VHB, VHC y VIH en donadores de sangre en Irapuato, México. Salud Publica Mexico. 2003;45(Supl 5):S690-S3.
6. Blejer JL, Carreras Vescio LA, Salamone HJ. Riesgo de transmisión de infecciones por vía transfusional. Medicina (B. Aires). 2002;62(3):259-78.
7. Kasraian L, Tavasoli A. Positivity of HIV, hepatitis B and hepatitis C in patients enrolled in a confidential self-exclusion system of blood donation: a cross-sectional analytical study. Sao Paulo Med J. 2010; 128(6):320-3.
8. Cortés Buelvas A, Garcia Gutiérrez M. Prevalencia de marcadores para infecciones transmisibles por transfusión en donantes voluntarios. Colombia Med.1996;27(1):3-10.
9. Maresch C, Schluter PJ, Wilson AD, Sleigh A. Residual infectious disease risk in screened blood transfusion from a high-prevalence population: Santa Catarina, Brazil. Transfusion. 2008;48(2):273-81.
10. Bedoya JA, Cortés Márquez MM, Cardona Arias JA. Seroprevalence of markers of transfusion transmissible infections in blood bank in Colombia. Rev Saude Publica. 2012;46(6):950-9.

11. Tessema B, Yismaw G, Kassu A, Amsalu A, Mulu A, Emmrich F, Sack U: Seroprevalence of HIV, HBV, HCV and syphilis infections among blood donors at Gondar University Teaching Hospital, Northwest Ethiopia: declining trends over a period of five years. *BMC Infect Dis* 2010, 10:1–7.
12. Cortés Buelvas A, Isaza LM, Bravo LE, Palomino MF. Incidencia de seroconversión para infecciones virales transmisibles por transfusión en donantes habituales de sangre en Cali. *Colombia Med.* 2001;32(4):178-83.
13. Buseri FI, Muhibi MA, Jeremiah ZA. Seroepidemiology of transfusion-transmissible infectious diseases among blood donors in Osogbo, southwest Nigeria. *Blood Transfus.* 2009;7(4):293-9.
14. Meena M, Jindal T, Hazarika A. Prevalence of hepatitis B virus and hepatitis C virus among blood donors at a tertiary care hospital in India: a five-year study. *Transfusion.* 2011;51(1):198-202.
15. Zou S, Dorsey K, Notari E, Foster G, Krysztof D, Musavi F, et al. Prevalence, incidence, and residual risk of human immunodeficiency virus and hepatitis C virus infections among United States blood donors since the introduction of nucleic acid testing. *Transfusion.* 2010;50(7):1495-504.
16. Rivera-López MRF, Zavala-Méndez C, Arenas-Esqueda A. Prevalencia de seropositividad para VIH, hepatitis B y C en donadores de sangre. *Gac Med Mex.* 2004;140(6):657-60.
17. Cortés Buelvas A, Beltrán M, Olaya MB, Hernandez M. Riesgo de enfermedades infecciosas transmitidas por transfusión en el Valle del Cauca, Colombia. *Colombia Med.* 1999;30(1):13-8.
18. Stokx J, Gillet P, De Weggheleire A, Casas EC, Maendaenda R, Beulane AJ, et al. Seroprevalence of transfusion-transmissible infections and evaluation of the pre-donation screening performance at the Provincial Hospital of Tete, Mozambique. *BM*
19. Organización Panamericana de la Salud. Suministro de Sangre para Transfusiones en los Países del Caribe y de Latinoamérica 2006, 2007, 2008 y

2009: avance desde 2005 del Plan Regional de Seguridad Transfusional. Washington (DC); 2010. *C Infect Dis.* 2011;11:141.

20. Bedoya JA, Cortés Márquez MM, Cardona Arias JA. Seroprevalence of markers of transfusion transmissible infections in blood bank in Colombia. *Rev Saude Publica.* 2012 Dec;46(6):950-9.

BIBLIOGRAFIA

BEDOYA JA, Cortés Márquez MM, Cardona Arias JA. Seroprevalence of markers of transfusion transmissible infections in blood bank in Colombia. Rev Saude Publica. 2012;46(6):950-9.

BEDOYA JA, Cortés Márquez MM, Cardona Arias JA. Seroprevalence of markers of Transfusion transmissible infections in blood bank in Colombia. Rev Saude Publica. 2012 Dec;46(6):950-9

BLEJER JL, Carreras Vescio LA, Salamone HJ. Riesgo de transmisión de infecciones por vía transfusional. Medicina (B. Aires). 2002;62(3):259-78.

BUSERI FI, Muhibi MA, Jeremiah ZA. Seroepidemiology of transfusion-transmissible infectious diseases among blood donors in Osogbo, southwest Nigeria. Blood Transfus. 2009;7(4):293-9.

CARRETO-Vélez MA, Carrada-Bravo T, MartínezMagdaleno A. Seroprevalencia de VHB, VHC y VIH en donadores de sangre en Irapuato, México. Salud Publica Mexico. 2003;45(Supl 5):S690-S3.

CORTÉS Buelvas A, Beltrán M, Olaya MB, Hernandez M. Riesgo de enfermedades infecciosas transmitidas por transfusión en el Valle del Cauca, Colombia. Colombia Med. 1999;30(1):13-8.

CORTÉS Buelvas A, Garcia Gutiérrez M. Prevalencia de marcadores para infecciones transmisibles por transfusión en donantes voluntarios. Colombia Med.1996;27(1):3-10.

CORTÉS Buelvas A, Isaza LM, Bravo LE, Palomino MF. Incidencia de seroconversión para infecciones virales transmisibles por transfusión en donantes habituales de sangre en Cali. Colombia Med. 2001;32(4):178-83.

KASRAIAN L, Tavasoli A. Positivity of HIV, hepatitis B and hepatitis C in patients enrolled in a confidential self-exclusion system of blood donation: a cross-sectional analytical study. Sao Paulo Med J. 2010; 128(6):320-3.

MARESCH C, Schluter PJ, Wilson AD, Sleigh A. Residual infectious disease risk in screened blood transfusion from a high-prevalence population: Santa Catarina, Brazil. Transfusion. 2008;48(2):273-81.

MEENA M, Jindal T, Hazarika A. Prevalence of hepatitis B virus and hepatitis C virus among blood donors at a tertiary care hospital in India: a five-year study. Transfusion. 2011;51(1):198-202.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Suministro de Sangre para Transfusiones en los Países del Caribe y de Latinoamérica 2006, 2007, 2008 y 2009: avance desde 2005 del Plan Regional de Seguridad Transfusional. Washington (DC); 2010.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Suministro de Sangre para Transfusiones en los Países del Caribe y de Latinoamérica 2006, 2007, 2008 y 2009: avance desde 2005 del Plan Regional de Seguridad Transfusional. Washington (DC); 2010. C Infect Dis. 2011;11:141.

RIVERA-LÓPEZ MRF, Zavala-Méndez C, Arenas-Esqueda A. Prevalencia de seropositividad para VIH, hepatitis B y C en donadores de sangre. Gac Med Mex. 2004;140(6):657-60.

STOKX J, Gillet P, De Weggheleire A, Casas EC, Maendaenda R, Beulane AJ, et al. Seroprevalence of transfusion-transmissible infections and evaluation of the pre-donation screening performance at the Provincial Hospital of Tete, Mozambique. *BM*

TESSEMA B, Yismaw G, Kassu A, Amsalu A, Mulu A, Emmrich F, Sack U: Seroprevalence of HIV, HBV, HCV and syphilis infections among blood donors at Gondar University Teaching Hospital, Northwest Ethiopia: declining trends over a period of five years. *BMC Infect Dis* 2010, 10:1–7.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global report: UNAIDS report on the global AIDS epidemic 2010. Geneva; 2010.

WORLD HEARTH ORGANIZATION, Department of Reproductive Health and Research. The global elimination of congenital syphilis: rationale and strategy for action. Geneva; 2007.

WORLD HEARTH ORGANIZATION. Reporte del VI grupo de trabajo científico de la OMS sobre la enfermedad de Chagas. Ginebra; 2007.

ZOU S, Dorsey K, Notari E, Foster G, Krysztof D, Musavi F, et al. Prevalence, incidence, and residual risk of human immunodeficiency virus and hepatitis C virus infections among United States blood donors since the introduction of nucleic acid testing. *Transfusion*. 2010;50(7):1495-504.

ANEXOS

Anexo A. Tasas de infección en donantes de bancos de sangre de Santander durante el periodo 2008-2013

Año	Mes	No. Donantes	Tasa/100.000 habitantes				
			VIH	VHB	VHC	Sifilis	Chagas
2008	Enero	3011	597.8	166.1	1129.2	2557.3	1560.9
	Febrero	2863	279.4	104.8	523.9	1781.3	1012.9
	Marzo	2373	590.0	126.4	590.0	2107.0	1053.5
	Abril	3097	484.3	322.9	613.5	1453.0	1453.0
	Mayo	2600	769.2	230.8	538.5	2307.7	1115.4
	Junio	2939	612.5	306.2	850.6	1803.3	1633.2
	Julio	3084	389.1	324.3	1005.2	2367.1	1167.3
	Agosto	3255	307.2	276.5	952.4	2058.4	276.5
	Septiembre	3049	360.8	295.2	1082.3	2164.6	1508.7
	Octubre	3181	282.9	125.7	534.4	1949.1	943.1
	Noviembre	2908	309.5	412.7	412.7	1616.2	1203.6
	Diciembre	2843	35.2	211.0	386.9	386.9	316.6
2009	Enero	3231	464.3	278.6	835.7	2135.6	773.8
	Febrero	3461	288.9	317.8	520.1	1704.7	722.3
	Marzo	3461	317.8	288.9	317.8	1502.5	288.9
	Abril	3251	307.6	276.8	492.2	2307.0	584.4
	Mayo	3098	258.2	258.2	258.2	2130.4	355.1
	Junio	3368	415.7	326.6	415.7	2642.5	623.5
	Julio	3918	433.9	127.6	357.3	1505.9	1505.9
	Agosto	3644	356.8	548.8	301.9	1152.6	1536.8
	Septiembre	3971	151.1	226.6	402.9	1158.4	1183.6
	Octubre	3850	233.8	155.8	233.8	1298.7	1220.8
	Noviembre	3620	193.4	221.0	138.1	745.9	1077.3
	Diciembre	3329	450.6	90.1	210.3	841.1	1562.0
2010	Enero	3910	230.2	230.2	358.1	2020.5	460.4
	Febrero	4217	379.4	332.0	308.3	2086.8	664.0
	Marzo	4699	383.1	234.1	234.1	1872.7	893.8
	Abril	3383	118.2	236.5	177.4	2010.1	354.7
	Mayo	3452	231.7	144.8	144.8	1911.9	202.8
	Junio	3712	431.0	161.6	53.9	2505.4	431.0
	Julio	4291	186.4	233.0	69.9	2307.2	652.5
	Agosto	4220	237.0	355.5	189.6	1729.9	213.3
	Septiembre	4341	276.4	299.5	161.3	1865.9	575.9
	Octubre	3872	180.8	155.0	490.7	1859.5	387.4
	Noviembre	3346	149.4	119.5	687.4	1793.2	508.1
	Diciembre	3639	192.4	137.4	577.1	1758.7	659.5
2011	Enero	4192	190.8	95.4	477.1	1860.7	691.8
	Febrero	3951	126.6	227.8	658.1	1948.9	582.1
	Marzo	4560	219.3	350.9	482.5	1557.0	307.0
	Abril	4383	182.5	228.2	228.2	2030.6	616.0
	Mayo	3738	133.8	187.3	374.5	1792.4	508.3
	Junio	4125	169.7	266.7	484.8	2109.1	727.3
	Julio	4404	227.1	136.2	363.3	1884.7	658.5
	Agosto	4766	167.9	167.9	398.7	1678.6	188.8
	Septiembre	4659	193.2	85.9	364.9	1953.2	579.5
	Octubre	4150	144.6	192.8	337.3	2024.1	506.0
	Noviembre	3799	210.6	184.3	236.9	1684.7	447.5
	Diciembre	3790	79.2	290.2	422.2	1978.9	501.3
2012	Enero	4330	92.4	300.2	230.9	1893.8	323.3
	Febrero	4725	84.7	63.5	275.1	1798.9	486.8
	Marzo	4647	107.6	172.2	365.8	1829.1	322.8
	Abril	4228	118.3	118.3	520.3	1679.3	662.3
	Mayo	5060	177.9	118.6	474.3	1798.4	612.6
	Junio	4345	69.0	299.2	345.2	1772.2	529.3
	Julio	4433	157.9	338.4	518.8	1601.6	631.6
	Agosto	4947	141.5	202.1	566.0	1354.4	181.9
	Septiembre	4400	68.2	340.9	590.9	1409.1	431.8
	Octubre	5475	255.7	255.7	365.3	1972.6	474.9
	Noviembre	5085	255.7	354.0	649.0	1848.6	609.6
	Diciembre	4099	170.8	195.2	439.1	2659.2	707.5
2013	Enero	4843	227.1	206.5	330.4	2085.5	598.8
	Febrero	5128	39.0	351.0	312.0	1716.1	994.5
	Marzo	4723	105.9	84.7	338.8	1863.2	741.1
	Abril	5454	201.7	220.0	495.0	1118.4	1521.8
	Mayo	4649	150.6	365.7	430.2	1892.9	408.7
	Junio	4787	208.9	250.7	376.0	1671.2	564.0
	Julio	5399	111.1	92.6	463.0	889.1	1148.4
	Agosto	5257	114.1	171.2	342.4	1845.2	171.2
	Septiembre	5180	77.2	154.4	308.9	1988.4	540.5
	Octubre	5279	56.8	208.4	473.6	1667.0	397.8
	Noviembre	5512	54.4	217.7	653.1	1578.4	598.7
	Diciembre	4977	80.4	241.1	602.8	1788.2	502.3

Anexo B. Modelos ARIMA para cada una de las series de infección en los bancos de sangre de Bucaramanga y su área metropolitana en el período 2008-2013. Se incluyen los valores predictivos para el año 2014

Año	Mes	VIH	VIH modelo ARIMA (1 0 0)	VHB	Logaritmo Serie VHB	VHB modelo ARIMA (3 0 3)	VHC	VHC modelo ARIMA (1 0 1)	Sifilis	Sifilis modelo ARIMA (1 0 1)	Chagas	Chagas modelo ARIMA (1 0 3)
2008	Enero	597.8	241.0	166.1	5.1	5.3	1129.2	473.5	2557.3	1803.7	1560.9	717.8
	Febrero	279.4	454.4	104.8	4.7	5.3	523.9	925.8	1781.3	1991.6	1012.9	1030.0
	Marzo	590.0	264.0	126.4	4.8	5.3	590.0	578.1	2107.0	1798.1	1053.5	1012.4
	Abril	484.3	449.7	322.9	5.8	5.4	613.5	561.8	1453.0	1879.3	1453.0	1121.4
	Mayo	769.2	386.5	230.8	5.4	5.5	538.5	573.5	2307.7	1716.3	1115.4	1020.2
	Junio	612.5	556.9	306.2	5.7	5.4	850.6	529.7	1803.3	1929.4	1633.2	969.8
	Julio	389.1	463.1	324.3	5.8	5.4	1005.2	712.8	2367.1	1803.6	1167.3	1111.3
	Agosto	307.2	329.6	276.5	5.6	5.3	952.4	837.4	2058.4	1944.2	276.5	1077.9
	Septiembre	360.8	280.6	295.2	5.7	5.3	1082.3	825.7	2164.6	1867.2	1508.7	1065.8
	Octubre	282.9	312.6	125.7	4.8	5.2	534.4	903.1	1949.1	1893.7	943.1	906.3
	Noviembre	309.5	266.1	412.7	6.0	5.2	412.7	581.6	1616.2	1840.0	1203.6	588.9
	Diciembre	35.2	281.9	211.0	5.4	5.5	386.9	454.2	386.9	1757.0	316.6	903.7
2009	Enero	464.3	117.9	278.6	5.6	5.3	835.7	417.5	2135.6	1450.5	773.8	847.1
	Febrero	288.9	374.5	317.8	5.8	5.6	520.1	685.2	1704.7	1886.5	722.3	942.4
	Marzo	317.8	269.7	288.9	5.7	5.3	317.8	536.9	1502.5	1779.0	288.9	582.9
	Abril	307.6	286.9	276.8	5.6	5.4	492.2	389.0	2307.0	1728.6	584.4	534.7
	Mayo	258.2	280.8	258.2	5.6	5.2	258.2	470.9	2130.4	1929.2	355.1	485.7
	Junio	415.7	251.3	326.6	5.8	5.3	415.7	341.8	2642.5	1885.2	623.5	451.1
	Julio	433.9	345.5	127.6	4.8	5.2	357.3	416.5	1505.9	2012.8	1505.9	581.6
	Agosto	356.8	356.3	548.8	6.3	5.3	301.9	393.2	1152.6	1729.5	1536.8	738.4
	Septiembre	151.1	310.2	226.6	5.4	5.5	402.9	355.5	1158.4	1641.4	1183.6	1042.5
	Octubre	233.8	187.2	155.8	5.0	5.3	233.8	411.0	1298.7	1642.8	1220.8	1411.5
	Noviembre	193.4	236.7	221.0	5.4	5.5	138.1	316.9	745.9	1677.8	1077.3	1444.3
	Diciembre	450.6	212.5	90.1	4.5	5.3	210.3	243.0	841.1	1540.0	1562.0	1133.5
2010	Enero	230.2	366.3	230.2	5.4	5.3	358.1	274.9	2020.5	1563.7	460.4	901.1
	Febrero	379.4	234.5	332.0	5.8	5.4	308.3	370.3	2086.8	1857.8	664.0	684.6
	Marzo	383.1	323.8	234.1	5.5	5.3	234.1	355.7	1872.7	1874.3	893.8	799.8
	Abril	118.2	325.9	236.5	5.5	5.3	177.4	308.0	2010.1	1820.9	354.7	604.3
	Mayo	231.7	167.6	144.8	5.0	5.3	144.8	265.5	1911.9	1855.2	202.8	619.8
	Junio	431.0	235.5	161.6	5.1	5.3	53.9	238.7	2505.4	1830.7	431.0	601.4
	Julio	186.4	354.6	233.0	5.5	5.4	69.9	178.7	2307.2	1978.7	652.5	465.5
	Agosto	237.0	208.4	355.5	5.9	5.4	189.6	178.6	1729.9	1929.2	213.3	403.1
	Septiembre	276.4	238.6	299.5	5.7	5.5	161.3	251.6	1865.9	1785.3	575.9	461.1
	Octubre	180.8	262.2	155.0	5.0	5.3	490.7	246.4	1859.5	1819.2	387.4	624.9
	Noviembre	149.4	205.0	119.5	4.8	5.3	687.4	446.5	1793.2	1817.6	508.1	570.4
	Diciembre	192.4	186.2	137.4	4.9	5.2	577.1	599.5	1758.7	1801.1	659.5	631.0
2011	Enero	190.8	211.9	95.4	4.6	5.3	477.1	557.5	1860.7	1792.5	691.8	567.0
	Febrero	126.6	211.0	227.8	5.4	5.3	658.1	489.6	1948.9	1817.9	682.1	623.7
	Marzo	219.3	172.5	350.9	5.9	5.6	482.5	588.8	1557.0	1839.9	307.0	684.4
	Abril	182.5	228.0	228.2	5.4	5.4	228.2	498.0	2030.6	1742.2	616.0	687.9
	Mayo	133.8	206.0	187.3	5.2	5.4	374.5	327.9	1792.4	1860.3	508.3	619.0
	Junio	169.7	176.9	266.7	5.6	5.2	484.8	389.1	2109.1	1800.9	727.3	484.0
	Julio	227.1	198.3	136.2	4.9	5.3	363.3	466.5	1884.7	1879.9	658.5	566.3
	Agosto	167.9	232.7	167.9	5.1	5.1	398.7	405.1	1678.6	1823.9	188.8	630.7
	Septiembre	193.2	197.2	85.9	4.5	5.4	364.9	416.6	1953.2	1772.5	579.5	712.3
	Octubre	144.6	212.4	192.8	5.3	5.2	337.3	397.8	2024.1	1841.0	506.0	668.5
	Noviembre	210.6	183.3	184.3	5.2	5.7	236.9	378.0	1684.7	1858.7	447.5	472.6
	Diciembre	79.2	222.8	290.2	5.7	5.4	422.2	313.4	1978.9	1774.0	501.3	490.6
2012	Enero	92.4	144.2	300.2	5.7	5.6	230.9	415.7	1893.8	1847.4	323.3	514.5
	Febrero	84.7	152.1	63.5	4.2	5.2	275.1	316.0	1798.9	1826.2	486.8	559.9
	Marzo	107.6	147.5	172.2	5.1	5.2	365.8	326.5	1829.1	1802.5	322.8	588.9
	Abril	118.3	161.2	118.3	4.8	5.2	520.3	383.5	1679.3	1810.1	662.3	517.1
	Mayo	177.9	167.6	118.6	4.8	5.2	474.3	487.2	1798.4	1772.7	612.6	549.7
	Junio	69.0	203.2	299.2	5.7	5.4	345.2	476.3	1772.2	1802.4	529.3	541.4
	Julio	157.9	138.2	338.4	5.8	5.6	518.8	395.7	1601.6	1795.9	631.6	675.6
	Agosto	141.5	191.3	202.1	5.3	5.5	566.0	488.3	1354.4	1753.3	181.9	709.2
	Septiembre	68.2	181.5	340.9	5.8	5.4	590.9	532.4	1409.1	1691.7	431.8	627.9
	Octubre	255.7	137.6	255.7	5.5	5.3	365.3	554.9	1972.6	1705.3	474.9	542.9
	Noviembre	255.7	249.8	354.0	5.9	5.2	649.0	420.9	1848.6	1845.8	609.6	367.2
	Diciembre	170.8	249.8	195.2	5.3	5.2	439.1	571.9	2659.2	1814.9	707.5	453.0
2013	Enero	227.1	199.0	206.5	5.3	5.1	330.4	468.8	2085.5	2017.0	598.8	601.5
	Febrero	39.0	232.7	351.0	5.9	5.4	312.0	385.4	1716.1	1874.0	994.5	779.1
	Marzo	105.9	120.2	84.7	4.4	5.4	338.8	360.4	1863.2	1781.9	741.1	884.6
	Abril	201.7	160.2	220.0	5.4	5.4	495.0	372.6	1118.4	1818.6	1521.8	828.5
	Mayo	150.6	217.5	365.7	5.9	5.6	430.2	470.0	1892.9	1632.9	408.7	945.6
	Junio	208.9	186.9	250.7	5.5	5.4	376.0	446.5	1671.2	1826.0	564.0	823.9
	Julio	111.1	221.8	92.6	4.5	5.3	463.0	409.6	889.1	1770.7	1148.4	940.8
	Agosto	114.1	163.3	171.2	5.1	5.1	342.4	456.6	1845.2	1575.7	171.2	633.2
	Septiembre	77.2	165.1	154.4	5.0	5.3	308.9	390.7	1988.4	1814.1	540.5	529.9
	Octubre	56.8	143.0	208.4	5.3	5.2	473.6	359.4	1667.0	1667.0	397.8	620.8
	Noviembre	54.4	130.8	217.7	5.4	5.5	653.1	454.7	1578.4	1769.6	598.7	448.1
	Diciembre	80.4	129.4	241.1	5.5	5.4	602.8	580.0	1788.2	1747.5	502.3	547.9
2014			144.9			5.6		570.0		1799.9		542.8
			183.5			5.3		548.3		1802.8		664.7
			206.6			5.4		531.5		1803.5		667.8
			220.4			5.1		518.5		1803.7		687.6
			228.7			5.2		508.4		1803.7		699.6
			233.6			5.2		500.5		1803.7		706.8
			236.6			5.4		494.5		1803.7		711.2
			238.3			5.5		489.8		1803.7		713.8
			239.4			5.5		486.1		1803.7		715.4
			240.0			5.4		483.3		1803.7		716.4
		240.4			5.4		481.1		1803.7		716.9	
		240.6			5.2		479.4		1803.7		717.3	