



## MODELO DE ESTIMACIÓN DE LOS AÑOS DE VIDA AJUSTADOS POR CALIDAD PARA EL ADULTO MAYOR

**Por:** MSc. Gisela Riquenes Despaignes<sup>(1)</sup>, MSc. Rolando Peguero Pérez<sup>(2)</sup>, Est. Pedro Augusto Peguero Riquenes<sup>(3)</sup> | Universidad de Oriente. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Cuba.

**e-mail:** riquenes@uo.edu.cu<sup>(1)</sup>, peguero@uo.edu.cu<sup>(2)</sup>, ppeguero@nauta.cu<sup>(3)</sup>

**Recibido:** Febrero de 2018

**Aceptado:** Abril de 2018

### Resumen

El presente trabajo se lleva a cabo en las denominadas instituciones sociales cubanas: Hogares de Ancianos y Casas de Abuelos, de Santiago de Cuba, el cual permite asegurar una calidad de excelencia en los servicios recibidos y el retorno al medio familiar del adulto mayor. Dicho estudio posee como objetivo determinar y aplicar un modelo econométrico basado en la regresión múltiple para la estimación de los Años de Vida Ajustados por Calidad para Adulto Mayores. Cuba se encuentra entre los países más longevos de América Latina, situación que continúa hasta la actualidad, lo que demanda un incremento en los servicios de salud. La estimación de los Años de Vida Ajustados por Calidad para Adultos Mayores constituye un indicador de medida de la calidad del Programa Nacional de Atención Integral al Adulto Mayor, de allí que, este estudio es de vital importancia para su implantación en las unidades de salud.

**Palabras claves:** Modelo econométrico, homocedasticidad, normalidad, adulto mayor, estimación de años.

### Abstract

The work presented takes place in the so - called Cuban social institutions: Hogares de Ancianos y Casas de Abuelos, (from its Spanish names) from Santiago de Cuba, which ensures quality excellence in the services received and the return to the family environment of the elderly, it presents itself as objective to determine and implement an econometric model based on a multiple regression to estimate the Years of Life Adjusted by Quality for Senior Adult. Cuba is among the most long-lived countries in Latin America, a situation that continues to the present, which demands an increase in health services. The Estimation of Senior quality-adjusted life years constitutes an indicator of measure from the quality of



the National Programme of comprehensive care for the elderly, that is why this study is of vital importance for its implementation in health units.

**Keywords:** Econometric model, homoscedasticity, normality, elderly, year estimate.

## Introducción

La aplicación de los modelos de regresión a la salud, constituye una herramienta básica y de fundamental importancia para analizar el comportamiento de determinados fenómenos, así como la función que lo determina. La estimación de los años de vida ajustados por calidad para adultos mayores (AVACAM) constituye un indicador de medida de la calidad del Programa Nacional de Atención Integral al Adulto Mayor, de allí que su estudio sea de vital importancia para la implantación en las unidades de salud, máxime el sostenido envejecimiento poblacional que es un indicador macrosocial evidentemente deteriorado.

Actualmente son insuficientes los estudios determinados por técnicas de modelación y procesos aleatorios, que permitan de una manera muy precisa, llegar a determinar una función para estimar dicho indicador, con un nivel de confianza.

En el campo de la salud se han realizado diversos estudios relacionados con la calidad de la atención al adulto mayor en unidades asistenciales de diferente naturaleza como hogares de ancianos, casas de abuelos, consultorios de la familia y centros comunitarios, encaminados a la atención integral del anciano con

el fin de mantenerlos activos e incorporados a la sociedad que aún pueden aprovechar sus experiencias de toda índole.

El tópico en estudio parte de realizar una investigación más allá de lo descriptivo, para modelar matemáticamente futuros eventos del objeto de investigación, lo cual permite plantear como problema científico de investigación: Cómo estará incidiendo la no evaluación de los años de vida ajustados por calidad para adultos mayores en los resultados y eficiencia del Programa Nacional de Atención Integral al Adulto Mayor

Especialistas en el tema plantean factible relacionar las variables en cuestión antes mencionada con el objetivo de determinar un modelo matemático para la estimación de los AVACAM en la provincia de Santiago de Cuba y a nivel nacional.

## Materiales y métodos

Dentro de los métodos teóricos conocidos, fueron empleados:

- **Histórico - lógico:** en el análisis cronológico y evolutivo de las consideraciones históricas – conceptuales de los indicadores nacionales de Atención Integral al Adulto Mayor, así como los distintos enfoques teóricos sobre su

medición y evaluación.

- **Inductivo – deductivo:** en el empleo de premisas, hipótesis o teorías del pensamiento económico que transmiten o no la verdad a la conclusión sobre los indicadores evaluados de Atención Integral al Adulto Mayor, en dependencia de la fuerza de las evidencias contenidas en la premisa.
- **Análisis – síntesis:** en la descomposición de las teorías y preceptos del pensamiento económico subyacente en los indicadores empleados, para una mejor comprensión de las concepciones teóricas del comportamiento de los elementos que conforman dichos indicadores, que al aplicarlos conlleven a un nuevo paradigma sobre la Atención Integral al Adulto Mayor.

Dentro de los métodos empíricos, fueron usados:

- La revisión de documentos, en el proceso de revisión de los documentos primarios de las instituciones sociales cubanas, en el período analizado.
- Criterios de especialistas para corroborar los datos e información primaria, así como para la validación del modelo obtenido.

Dentro de los métodos estadísticos se usaron, entre otros:

- El muestreo aleatorio simple, para la determinación de una muestra representativa en función de la investigación, la técnica del análisis multivariado,

específicamente, la técnica de regresión múltiple.

## Análisis estadístico

### Tipo de estudio que se realiza

Esta investigación clasifica como un estudio correlacional - explicativo de corte transversal.

### Variables en estudio

Años de vida ajustados por calidad para adultos mayores, como variable dependiente (Y) y como variables independientes, el Valor estimado( $X_1$ ), Estadía Promedio( $X_2$ ) y la Edad Promedio( $X_3$ ), en el período 2016 – 2017.

La población del estudio quedó integrada por los adultos mayores atendidos integralmente en el subprograma: Atención Institucional en el Municipio de Santiago de Cuba, se excluyeron los adultos mayores dementes. La muestra de tamaño 71 se obtuvo mediante un muestreo aleatorio simple, empleándose la formulación para poblaciones finitas, es una muestra representativa de la población en estudio.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el sistema SPSS 23, sobre Windows, aplicando el procedimiento de regresión lineal, con un nivel de confianza del 95 %, los resultados obtenidos se validaron a través de las pruebas no paramétrica de Kolmogorov – Smirnov de una muestra, la prueba de Rachas, prueba de Glejser para validar la

presencia de heteroscedasticidad y para la validación del modelo obtenido se utilizó el test paramétrico F de Fisher y la prueba t-student, las variables del estudio son del tipo cuantitativa y las correlaciones estadísticas a nivel poblacional se validaron mediante el test de Pearson, todos los p-valores  $\leq \alpha$  se consideraron estadísticamente significativos.

## Resultados

En los modelos estadísticos obtenidos a través del análisis de regresión, como condición inicial se debe validar el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) a nivel poblacional. Por ser r un valor obtenido de muestras, está sujeto a variaciones. Esta situación demanda una décima de significación, para  $n > 30$  esta décima tiene un comportamiento normal. A partir de los resultados que se muestran en la tabla #1, se tiene:

Como el p-valor=0.336 de la variable Valor estimado( $X_1$ ) y el p-valor=0.520 de la variable Edad promedio( $X_3$ ) respectivamente, mayores que  $\alpha$ , ver tabla 1, se plantea que existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95 %, por lo que  $\rho_{(x \ y)}$  no es significativamente

diferente de cero, concluyendo que no existe correlación lineal entre dichas variables y el AVACAM, a nivel poblacional. Estas variables no pueden estar presentes en el modelo, donde sólo permanecerá la variable Estadía( $X_2$ ), pues, su p-valor= 0.000, significativo, al ser menor que  $\alpha = 0.05$ . Una vez detectada la correlación lineal, requisito de vital importancia, se podrá seguir adelante con el estudio.

De los modelos analizados, se observa en la tabla 2, que es el modelo lineal el mejor de los modelos absolutos, y el doblemente logarítmico el mejor de los modelos relativos, pues, son los que presentan mayores coeficiente de bondad del ajuste ( $r^2$ ), con  $r^2 = 0,976$  y  $r^2 = 0,979$  respectivamente.

**Tabla 1:** Correlaciones

		AVACAM	Valor Estimado	Estadía	Edad promedio
Correlación de Pearson		1	0,116	0,988	0,078
AVACA M	Sig. (bilateral)		0,336	0,000	0,520
Correlación de Pearson		0,116	1	-0,011	0,111
Valor estimado	Sig. (bilateral)	0,336		0,926	0,355
Correlación de Pearson		0,988	-0,011	1	0,055
Estadía	Sig. (bilateral)	0,000	0,926		0,650
Correlación de Pearson		0,078	0,111	0,055	1
Edad	Sig. (bilateral)	0,520	0,355	0,650	

\*\*La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Los autores

**Tabla 2 :** Resumen de los modelos

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error de estimación
1. Lineal	0,988	0,976	0,976	0,289
2. Lin log	0,934	0,873	0,871	0,664
3. Reciproco	0,797	0,635	0,630	1,1251
4. Log lin	0,940	0,884	0,882	0,2600
5. Log Log	0,989	0,979	0,978	0,1117
6. Lineal por el origen	0,996	0,992	0,991	0,2866

Fuente: Los autores

**Tabla 3:** Coeficientes

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Error tip.	Beta	t	Sig	
Modelo Lineal	(Constante)	-0,004	0,058		-0,065	0,948
	X2	0,670	0,013	0,988	52,960	0,000
Modelo Log Log	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Error tip.	Beta	t	Sig	
(Constante)	Ln X2	-0,401	0,023		-17,609	0,000
	X2	0,994	0,018	0,989	56,134	0,000
Modelo Lineal por el origen	Coeficientes no Estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Error tip.	Beta	t	Sig	
X2	0,669	0,007	0,996	90,534	0,000	

Fuente: Los autores

**Tabla 4: ANOVA**

Modelo Lineal por el origen		Suma de cuadrados	gl	Media Cuad.	F	Sig
1	Regresión	673,119	1	673,119	8195,918	0,000
	Residual	5,749	70	0,082		
	Total	678,867	71			
Modelo Log Log		Suma de cuadrados	gl	Media Cuad.	F	Sig
1	Regresión	39,315	1	39,315	3150,679	0,000
	Residual	0,861	69	0,012		
	Total	40,176	70			

Fuente: Los autores

Como se observa en la Tabla 3, el modelo lineal presenta la constante como no significativa, pues, su p-valor = 0,948, la que deberá excluirse del modelo realizando una regresión por el origen, que se presenta al final de dicha tabla, quedando los modelos como se muestran:

$\hat{y} = 0,669 (X_2) \rightarrow$  Modelo Lineal Regresión por el origen

$\text{Ln } \hat{y} = - 0,401 + 0,994 * \text{Ln}(X) \rightarrow$  Modelo Log Log

Ambos modelos expresan la relación entre las variables AVACAM(Y) y Estadía(X<sub>2</sub>), de dicha unidad asistencial.

## Discusión

En los modelos estadísticos obtenidos a través del análisis de regresión, como condición inicial se debe validar el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r). Por ser r un valor obtenido de muestras, está sujeto a variaciones: Cuando se obtiene un valor de r, no se puede

asegurar que; el valor de p correspondiente sea el mismo. Esta situación demanda una décima de significación.

A partir de los resultados que se muestran en la tabla 1, se tiene que al ser significativo el p-valor= 0.0000, menor que  $\alpha = 0.05$ , se puede plantear que existen suficientes evidencias empíricas para rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95 %, por lo que  $\rho(x, y)$  es significativamente diferente de cero, concluyendo que; existe correlación lineal entre las variables a nivel poblacional.

Una vez detectada la correlación, requisito de vital importancia, se podrá seguir adelante con el estudio.

Como muestran los resultados de la **tabla 2** el modelo lineal por el origen, presenta un coeficiente de bondad de ajuste  $r^2=0,992$  (99,2 %), modelo 6, que aumentó al realizar la regresión, por el origen, es un valor alto y significativo, el modelo Log - Log presenta un coeficiente de bondad de ajuste  $r^2=0,979$  (97,9 %), es un valor alto y, también, significativo.

## Interpretación

### Modelo Lineal por el origen

$r^2=0,992$  (99,2 %), expresa que el 99,2 % de las variaciones del modelo (AVACAM) quedan explicadas por las variaciones de la variable Estadía.

$r=0.996$  expresa que la relación entre la variable AVACAM y la Estadía es fuerte y directa, muy buena relación.

### Modelo Log - Log

$r^2=0,979$  (97,9%), expresa que el 97,9 % de las variaciones del modelo (AVACAM) quedan explicadas por las variaciones de la variable Estadía.

$r=0.989$  expresa que la relación entre la variable AVACAM y la Estadía es fuerte y directa, muy buena relación.

### Modelo Lineal, (Ver Tabla 3): Coeficientes

$b_1= 0,669$  expresa que por cada unidad adicional que se incremente la Estadía los AVACAM aumentarán en 0,669 unidades.

### Modelo Log Log

$b_0= -0,401$  Al ser un valor negativo no tiene significado económico.

$b_1= 0,994$  expresa que por cada % adicional que se incremente la Estadía los AVACAM aumentarán en 0.994 %.

También, se aprecia que ambos coeficientes son significativos.

### Análisis de varianza, Ver Tabla 4: ANOVA

El análisis de varianza validado por el estadístico de Fisher presenta para el modelo Lineal un valor de la  $F_{\text{calc}} = 8195,918$  para un p-valor= 0.000, y para el modelo Log Log un valor de la  $F_{\text{calculada}} = 3150.679$  para un p-valor= 0.000.

Al ser significativo el p-valor=0.000, menor que  $\infty = 0.05$  para ambos modelos, se puede plantear que existen suficientes evidencias

empíricas para rechazar la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95 % por lo que ambos valores  $b_1$  son significativamente diferente de cero, lo que equivale a expresar que los dos modelos se puede usar con fines predictivos.

### Verificación y análisis de los supuestos

#### Modelo Lineal:

**Supuesto de Normalidad de los residuos: P-valor= 0.640 >  $\infty = 0.05$**

#### Prueba de Kolmogorov - Smirnov:

Por tanto, existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula y afirmar con un nivel de confianza del 95 % que la frecuencia observada de los residuos se distribuye normalmente.

**Supuesto de no autocorrelación de residuos: P-valor = .193 >  $\infty = 0.05$**

#### Prueba de Geary o de Rachas para validar la no autocorrelación o independencia de los residuos en el análisis de regresión.

Por tanto, existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula y afirmar con un nivel de confianza del 95 % que la frecuencia observada de los residuos se distribuyen de forma independiente, es decir, los



residuos están no autocorrelacionados.

**Supuesto de homocedasticidad de los residuos: P-valor = 1.000 >  $\alpha$  = 0.05 .**

**Prueba de Glejser para validar la presencia de heteroscedasticidad**

Como el p-valor es mayor que  $\alpha$  = 0.05, existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula y afirmar con un nivel de confianza del 95 % que la frecuencia observada de los residuos se distribuye homocedásticamente.

## Modelo Log Log

**Supuesto de Normalidad de los residuos: P-valor = 0.5875 >  $\alpha$  = 0.05**

**Prueba de Kolmogorov – Smirnov para validar la normalidad de los residuos en el análisis de regresión.**

Por tanto, existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula y afirmar con un nivel de confianza del 95 % que la frecuencia observada de los residuos se distribuye normalmente.

**Supuesto de no autocorrelación de residuos: P-valor = 0.1042 >  $\alpha$  = 0.05**

**Prueba de Geary o de Rachas para validar la no autocorrelación o independencia de los residuos en el análisis de regresión.**

Por tanto existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula y afirmar con un nivel de confianza del 95 % que la frecuencia observada de los residuos se distribuyen de forma independiente, es decir, los residuos están no autocorrelacionados.

**Supuesto de homocedasticidad de los residuos: P-valor = 1.000 >  $\alpha$  = 0.05**

**Prueba de Glejser para validar la presencia de heteroscedasticidad de los residuos en el análisis de regresión.**

Por tanto, existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula y afirmar con un nivel de confianza del 95 % que la frecuencia observada de los residuos se distribuye homocedásticamente.

**Supuesto de no multicolinealidad**

No se evidencia la no multicolinealidad en modelos de regresión lineal simple.

Una vez que se han vencido todos los análisis necesarios, se propone para la estimación del AVACAM ambos modelos:



$\hat{y} = 0,669 (X_2) \rightarrow$  **Modelo Lineal por el origen Ln**

$\hat{y} = - 0,401 + 0,994*\text{Ln}(X_2) \rightarrow$  **Modelo Log Log**

## Conclusiones

- Se obtienen dos modelos significativos que relacionan la variable años de vida ajustados por calidad para adultos mayores ( $y$ ) y la edad promedio ( $X_2$ ), los cuales se pueden emplear indistintamente en el estudio planteado para la estimación.
- Los modelos obtenidos se pueden emplear para realizar estimaciones, lo cual queda validado por la prueba F-fisher y el cumplimiento de los supuestos del método de los mínimos cuadrados ordinarios, a su vez permiten evaluar indicadores del programa del adulto mayor a nivel provincial y nacional en Cuba y otros países.
- El significativo envejecimiento de la población cubana acentúa la labor desplegada por las instituciones sociales, como los Hogares de Ancianos y Casas de Abuelos, lo cual permite asegurar una calidad de vida en los servicios recibidos y el retorno al medio familiar del adulto mayor.

## REFERENCIAS

Acosta González B., y otros. (2007). Ejercicios Resueltos de Econometría. El Modelo de Regresión Múltiple. Editorial Delta.

Belén Castañeda M., y otros. (2010). Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS. Editorial ediPUCRS.

Damodar, G, (2005). Basic Econometrics. La Habana: Editorial Félix Varela.

Gallego Ayala, G, (2015). Estadística Básica.

González, Monteiga. (2012). Estadística Aplicada: Una visión instrumental. Editorial Díaz de Santos.

Kelmansky, D. (2009). Estadística para todos. Buenos Aires.

Kuzmich Artemenko, V., y Portela Silva, J. (1988). Modelo económico – matemático. Editorial pueblo y educación, Playa, ciudad de la Habana.

Moncho Vasallo, J. (2015). Estadística aplicada a las ciencias de la salud. España: Editorial Elsevier Barcelona.

Montanero Fernández J. Manual abreviado de Análisis Multivariante. Universidad de Extremadura; 2015.

Pérez, Juste, (2012). Curso de Estadística Aplicada. Madrid: Edición Madrid.

Sánchez, E, (2013). Elementos de Estadística y su didáctica a Nivel de Bachillerato. México, Distrito Federal.

Wooldridge, J. (2008). Introducción a la econometría: Un enfoque moderno. Madrid: Editorial Thomson, p. 6.

(2012). Estadística y probabilidades. Editado por G. Aaron Estuardo Morales, p. 125.