

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN SEGUROS Y RIESGOS FINANCIEROS”**

**TEMA:**

CONSTRUCCIÓN DE TABLAS DE MORTALIDAD PARA LA  
REGIÓN ORIENTE DEL ECUADOR 2010. UN ANÁLISIS DE  
SUPERVIVENCIA DE LA POBLACIÓN

**AUTOR:**

SILVANA RAQUEL BATALLAS CUEVA

Guayaquil - Ecuador

2016

## **DEDICATORIA**

A mis padres por brindarme su amor y apoyo incondicional y ser mi guía en cada una de las actividades y proyectos que decido emprender.

A mi esposo e hijos.

## **AGRADECIMIENTO**

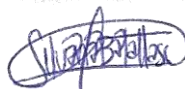
A Dios por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar esta etapa de mi vida.

A mis amigos Gina y Mario por siempre ofrecerme su apoyo tanto en lo académico como en lo personal.

Al director de este Proyecto de Titulación, por haber sido parte del desarrollo de la presente investigación con sus conocimientos y guía.

## DECLARACIÓN EXPRESA

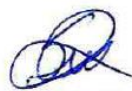
La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



---

Silvana Raquel Batallas Cueva

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Sandra García Bustos, Ph.D.

Presidente



---

Francisco Vera Alcivar, Ph.D.

Director

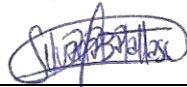


---

Máster Marlon Manya Orellana

Vocal

## **AUTOR DEL PROYECTO**



---

Silvana Raquel Batallas Cueva

# ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN.....	xii
CAPÍTULO 1 .....	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.7. HIPÓTESIS .....	6
CAPÍTULO 2 .....	7
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
2.1. REGRESIÓN LOGÍSTICA .....	7
2.1.1. DEFINICIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO .....	8
2.1.2. TRANSFORMACIÓN LOGIT .....	10
2.1.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO .....	11
2.1.4. ODDS RATIO –OR .....	12
2.1.5. INFERENCIAS SOBRE LOS PARÁMETROS .....	14
2.2. TABLAS DE MORTALIDAD .....	16
2.2.1. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA.....	17
2.2.2. SUPUESTOS EN UNA TABLA DE MORTALIDAD.....	19
2.2.3. TIPOS DE TABLAS DE MORTALIDAD .....	19
2.2.4. CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA DE MORTALIDAD.....	21
CAPÍTULO 3 .....	28
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
3.1. FUENTES DE DATOS.....	28
3.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	29
3.3. FACTORES QUE INCIDEN EN LA SUPERVIVENCIA .....	33
3.3.1. MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y SEXO .....	41

3.3.2. MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y ÁREA .....	43
3.3.3. MODELO LOGÍSTICO: EDAD, SEXO Y ÁREA .....	46
3.4. TABLAS DE MORTALIDAD .....	50
3.4.1. PROBABILIDAD DE MORIR.....	56
3.4.2. ESPERANZA DE VIDA .....	58
3.5. COMPARACIÓN CON OTRAS REGIONES DEL ECUADOR.....	59
CAPÍTULO 4 .....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
4.1. CONCLUSIONES.....	63
4.2. RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA .....	66
ANEXOS .....	69



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PROPORCIÓN DE HABITANTES DE LA REGIÓN ORIENTAL POR SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA .....	29
CUADRO 2. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA POBLACIÓN POR EDAD POR SEXO DE LA REGIÓN ORIENTAL .....	30
CUADRO 3. TASAS ESPECÍFICAS DE FALLECIMIENTOS POR CADA 1000 HABITANTES POR SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA .....	31
CUADRO 4. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS DEFUNCIONES DE LA REGIÓN ORIENTAL .....	32
CUADRO 5. TASAS ESPECÍFICAS DE DEFUNCIONES POR EDAD POR CADA MIL HABITANTES.....	32
CUADRO 6. PIRÁMIDE POBLACIONAL PARA MUERTOS Y VIVOS DE LA REGIÓN ORIENTAL .....	33
CUADRO 7. GRÁFICO EN ESCALA LOGIT DE LA SUPERVIVENCIA DE LOS HABITANTES DEL ORIENTE ECUATORIANO.....	34
CUADRO 8. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD .....	36
CUADRO 9. GRÁFICOS DEL MODELO CON DOS COMPONENTES LINEALES: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD.....	37
CUADRO 10. GRÁFICOS DEL MODELO CON DOS COMPONENTES CUADRÁTICOS: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD.....	38
CUADRO 11. GRÁFICOS DEL MODELO CON CINCO COMPONENTES LINEALES: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD.....	39
CUADRO 12. COMPARACIÓN DE LOS MODELOS: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD .....	40
CUADRO 13. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO .....	41

CUADRO 14. GRÁFICOS DEL MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO .....	42
CUADRO 15. ODDS RATIO DEL MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO .....	43
CUADRO 16. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + ÁREA .....	44
CUADRO 17. GRÁFICOS DEL MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + ÁREA.....	45
CUADRO 18. ODDS RATIO DEL MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + ÁREA.....	46
CUADRO 19. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO + ÁREA .....	47
CUADRO 20. GRÁFICOS DEL MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO + ÁREA.....	48
CUADRO 21. ODD RATIO DEL MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO + ÁREA.....	49
CUADRO 22. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA VS. EDAD + SEXO + ÁREA + SEXO~ ÁREA.....	50
CUADRO 23. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN ORIENTAL, ECUADOR 2010 - GENERAL.....	51
CUADRO 24. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN ORIENTAL, ECUADOR 2010 – SEXO: HOMBRE.....	52
CUADRO 25. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN ORIENTAL, ECUADOR 2010 – SEXO: MUJER .....	53
CUADRO 26. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN ORIENTAL, ECUADOR 2010 – ÁREA: URBANA.....	54
CUADRO 27. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN ORIENTAL, ECUADOR 2010 – ÁREA: RURAL .....	55
CUADRO 28. GRÁFICO DE LA PROBABILIDAD DE MUERTE POR SEXO ..	57
CUADRO 29. GRÁFICO DE LA PROBABILIDAD DE MUERTE POR ÁREA DE RESIDENCIA .....	57
CUADRO 30. GRÁFICO DE LA ESPERANZA DE VIDA POR SEXO .....	58

CUADRO 31. GRÁFICO DE LA ESPERANZA DE VIDA POR ÁREA DE RESIDENCIA .....	59
CUADRO 32. GRÁFICO DE LA POBLACIÓN DEL ECUADOR POR REGIÓN, SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA .....	60

## **ABREVIATURAS O SIGLAS**

INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
SBS	Superintendencia de Bancos y Seguros
SC	Superintendencia de Compañías y Valores
ASSAL	Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina
MAPFRE	Mutua de la Agrupación de Propietarios de Fincas Rústicas de España
US CSO	Comisión Estándar Ordinaria de la Academia Americana de Actuarios
SENPLADES	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo
LRT	Likelihood Ratio Test
OR	Odd Ratio

## PRESENTACIÓN

La mortalidad es la segunda causa de cambio de la demografía de una población, al igual que la fecundidad; de aquí radica la importancia de estudiar el crecimiento demográfico de las poblaciones.

El presente trabajo de investigación denominado “Construcción de Tablas de Mortalidad para la Región Oriente del Ecuador 2010. Un análisis de Supervivencia de la población” tiene la finalidad de determinar qué factores demográficos influyen en la supervivencia de la población, teniendo como variables de estudio: sexo y área de residencia; para lo cual se parte de las fuentes de datos proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo - INEC: Censo de Población y Vivienda de 2010; y, las Estadísticas de Defunciones Generales y Estadística de Nacimientos de diciembre 2010 a noviembre 2011.

En la primera parte del presente documento se enuncia el planteamiento del problema, así como el establecimiento de objetivos y una breve revisión bibliográfica; en la segunda sección se encuentra el marco teórico de la metodología utilizada; la tercera sección muestran los resultados obtenidos de la investigación realizada; y en la cuarta sección se presentan los comentarios finales.

Para la realización del análisis de supervivencia de los habitantes de la Región Amazónica se utilizará la técnica de Regresión Logística con la cual se determinarán qué variables de estudio inciden en la supervivencia de la población, y a partir de ellas proceder a la construcción de las tablas de mortalidad segregadas por cada una de estas características, y con esto brindar a las compañías del sector asegurador un instrumento para la tarificación correcta de las primas de los seguros de vida basado en la realidad de los habitantes del Ecuador por región.

# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Las tablas de mortalidad, también llamadas tablas actuariales; son un instrumento de análisis demográfico que proporcionan una estadística de la ocurrencia de la muerte humana de una población tomando como punto de partida su edad; teniendo en cuenta que la supervivencia de los seres humanos se encuentra directamente relacionada con aspectos socioeconómicos, demográficos y culturales, así como de género, estilo de vida y lugar de residencia, que generan diferenciación al momento de la muerte de una persona.

La aplicación de las tablas de mortalidad es muy amplia, y va desde las acciones preventivas o correctivas del gobierno para solventar problemas de mortalidad de una población específica; además de la realización proyecciones de población realizadas con la finalidad de la planificación de cobertura de servicios como salud, educación, infraestructura, por parte del gobierno central como local; hasta ser uno de los principales instrumentos para los planes de jubilación, fondos de cesantía, las reservas matemáticas de los seguros de vida, entre otros.

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Enfocando el problema desde el punto de vista del sector asegurador y teniendo en cuenta las regulaciones vigentes para el sector financiero nacional emitidas por la Superintendencia de Bancos y Seguros (SBS), entidad de regulación y control del sistema financiero y de las empresas

de seguros y reaseguros hasta septiembre de 2015 (fecha a partir de la cual asume dicha competencia la Superintendencia de Compañías y Valores), mediante Resolución JB-2013-2399 [8] exige la constitución de reservas matemáticas para los seguros de vida por medio de la utilización de tablas de mortalidad reglamentarias entre las que se encuentran las emitidas por la Comisión Estándar Ordinaria de la Academia Americana de Actuarios (US CSO) en 1980; y, las tablas de mortalidad aprobadas y en vigencia en los países miembros de ASSAL (Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina), las cuales a pesar de ser aceptadas por la SBS, no reflejan el comportamiento de la mortalidad de los ecuatorianos debido a que éstas fueron construidas en base a fuentes de información extranjeras; lo cual lleva a que las reservas matemáticas que se están constituyendo no sean las más adecuadas debido a que no se basan en la realidad del país; teniendo en consideración que las aseguradoras tienen la potestad de usar sus propias tablas de mortalidad o tablas de mortalidad alternativas y ajustes a las tablas reglamentarias, previa autorización del ente regulador.

El presente trabajo de investigación forma parte de un grupo de estudios en las que se plantea el mismo problema para las regiones del Ecuador continental: Costa, Sierra y Oriente, cada una de las cuales ha sido desarrollada de manera individual.

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Construir tablas de mortalidad segmentadas por las características demográficas que tengan mayor incidencia en la mortalidad de la población de la Región Oriental del Ecuador.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Estimar la función de supervivencia por variables sociodemográficas;
- b) Determinar la incidencia de las variables sexo y área de residencia en la mortalidad de la población;

- c) Calcular la probabilidad de muerte por características demográficas; y,
- d) Calcular la esperanza de vida por características demográficas.

## **1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

La construcción de las tablas de mortalidad del presente trabajo de investigación se efectuó para la población de la región Oriental del Ecuador tomando como fuente básica de datos el Censo de Población y Vivienda, las Estadísticas de Defunciones Generales y Fetales; y la Estadística de Nacimientos del año 2010 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC.

## **1.6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

A nivel local se han realizado investigaciones diversas sobre la construcción de tablas de mortalidad siendo la más reciente la realizada por Idrovo y Zavala en 2011 en la cual se construyen tablas de mortalidad para la población general y por sexo para el período 2001-2005 mediante la metodología aplicada en la denominada American Experience Table y haciendo uso de los datos del VI Censo de Población de 2001 y “Estadísticas vitales y de Salud” publicadas por el INEC; en la cual se realizan cálculos de seguros de vida además de una comparación con las tablas de mortalidad autorizadas en Ecuador. [11]

Por otra parte, Capa y Lara en el 2004, plantean la construcción de tablas de mortalidad por edades simples con la posibilidad de sectorizar por variables como sexo, región, provincia y zona geográfica, tomando como base de datos para su elaboración el VI Censo de Población de 2001, Nacidos Vivos de 1998 hasta 2002, además de las defunciones de los años 2000 al 2002. El índice de Whipple, utilizado para cuantificar la exactitud en la declaración de la edad, (Capa y Lara, 2004), calculado para los datos censales del Ecuador en 2001 es de 133.68 lo cual de acuerdo a la escala de las Naciones Unidas respecto a la calidad de datos censales y la preferencia de dígitos los califica como “datos malos”, por lo



cual fue necesario utilizar técnicas de regresión no paramétrica para suavizarlos. [19]

Adicionalmente, en el año 2000, J. Sánchez construyó de una tabla de mortalidad para la población ecuatoriana total y por sexo mediante el modelo de Makeham y haciendo uso de las estadísticas de nacimientos y defunciones de 1990; para finalmente hacer una comparación entre los patrones de mortalidad y supervivencia con una tabla de mortalidad norteamericana. [24]

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES, publicó Tablas de Mortalidad Completas para el Ecuador en el año 2008, el cual comprende tablas completas de mortalidad para el año 2001 y para los años terminados en 0 y 5 del periodo comprendido entre 2005 y 2020; presentando una tabla general y segregada por sexo; tomando como punto de partida las tablas abreviadas del año 2001 ya existentes, y se procedió a desagregar las probabilidades de muerte  $q_{(x,n)}$  que previamente habían sido estimadas en las tablas abreviadas, para posteriormente “suavizarlas”. [16]

En 2015, Seneviratne, S. et al. publicó una investigación referente al análisis de la incidencia de diferentes factores o características demográficas en los modelos de supervivencia, en el que se realizó un análisis de los factores de riesgo asociados con la mortalidad por cáncer de mama en Waikato – Nueva Zelanda, en el cual se estudiaron datos de los casos de cáncer diagnosticados y registrados por el Ministerio de Salud entre las mujeres diagnosticadas en un período entre Enero de 2002 hasta finales de diciembre de 2010, con la finalidad de identificar los factores de riesgo asociados con el cáncer de mama, en el cual se obtuvo que de los 898 casos analizados, 246 fallecieron a causa del cáncer, siendo significativas en la mortalidad las variables: estado de tumor, grado y estado de los receptores hormonales. [1]

De manera similar, en 2014, Singh y Siahpush, en la publicación “Widening Rural–Urban Disparities in Life Expectancy, U.S., 1969–2009”; presentan un estudio de investigación en el cual se examinan las tendencias en las disparidades de la esperanza de vida al nacer en Estados Unidos entre las áreas urbana y rural mediante el cálculo de la esperanza de vida por edad, género y raza, teniendo que la esperanza de vida específicamente entre los años 2005 y 2009 es mayor para las personas que residen en las grandes áreas metropolitanas, siendo esta de 79.1 años, en comparación con los 76.9 años en las ciudades pequeñas urbanas y 76.7 años en las zonas rurales. [5]

Adicionalmente, Mendieta et al. (2013) realizaron una publicación en la que utilizan un análisis de Kaplan-Meier y regresión de Cox para estudiar la supervivencia y riesgo de muerte dependiendo de diferentes factores de una cohorte de recién nacidos en dos hospitales de la ciudad de Toluca en un período de 2006 a 2010 [7], de manera similar Gómez, L. del Instituto de Ciencias del Seguro de la Fundación MAPFRE, analiza el patrón de mortalidad diferencial entre hombres y mujeres en España en el período comprendido entre 1975 y 2007, calculando un ratio varones/mujeres para cada una de las edades, lo cual reveló que los factores históricos, culturales y económicos inciden en las variaciones observadas, concluyendo que los hombres tienen mayor incidencia de mortalidad debido a factores como causas biológicas y causas conductuales. [10]

Entre las investigaciones en cuanto a mortalidad a nivel latinoamericano podemos mencionar a Delgado M. et al. (2003) que realizó un estudio de los factores de riesgo que inciden en la mortalidad neonatal en un hospital de Colombia, en el cual para determinar la relación entre el riesgo de mortalidad y las variables estudiadas entre las que se tiene sexo, peso al nacer, edad gestacional, tipo de cuidado especial, puntaje de Apgar,

reanimación inicial, tipo de ingreso y mortalidad; se calculó el Odds Ratio usando un modelo de regresión logística múltiple. [21]

## **1.7. HIPÓTESIS**

Las hipótesis planteadas en la presente investigación son las siguientes:

- a) Las personas de la región Oriental tienen una esperanza de vida mayor a la de la Región Costa y Sierra al nacer.
- b) Las personas de sexo femenino tienen mayor esperanza de vida en la etapa neonatal.
- c) La probabilidad de supervivencia es mayor para las personas que viven en el área urbana con respecto a las que residen en el área rural.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. REGRESIÓN LOGÍSTICA

Los modelos de regresión son un conjunto de técnicas estadísticas por medio de los cuales se pretende explicar cómo se comporta una variable dependiente o resultado, en término de otras variables independientes, explicativas o también llamadas covariables. (Fiuza y Rodríguez, 2000) [22]

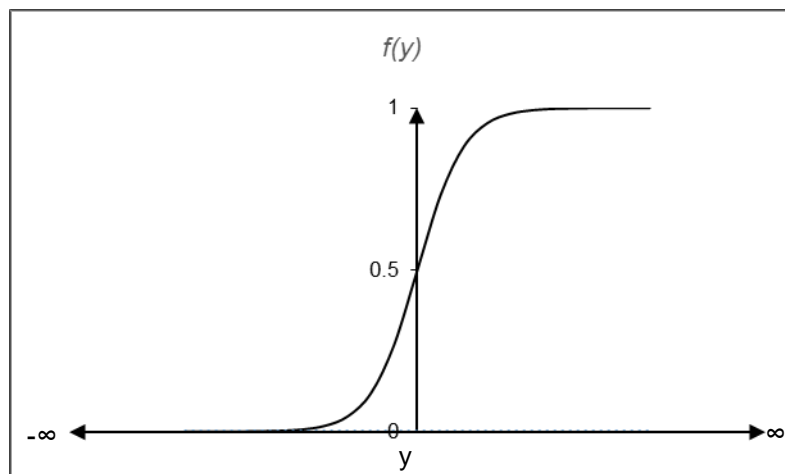
La regresión logística es una herramienta útil para el análisis de datos cuya variable de respuesta es de tipo categórica, la cual puede ser: *dicotómica*; es decir, sólo puede tomar dos valores: 1 para la ocurrencia y 0 para la no ocurrencia de determinado suceso, con lo cual se tiene un modelo de regresión logística binomial o binario; o, por el contrario, puede tener más de dos categorías, tratándose en este caso de un modelo de regresión logística multinomial. (Wilson, J. y Lorenz, K. 2015) [2]. Por otra parte, la o las variables independientes o covariables podrían ser de dos tipos: cuantitativas o cualitativas. En caso de tratarse de variables cualitativas lo más sencillo es que estas sean de tipo binario o dicotómicas; de lo contrario, si la variable tiene más de dos categorías es necesario realizar una transformación en variables cualitativas dicotómicas ficticias o de diseño, también llamadas *dummy*, las cuales se construyen tomando una de las categorías como categoría de referencia, para su inclusión en el modelo. (Fiuza y Rodríguez, 2000) [22]

La regresión logística es uno de los modelos estadísticos más comunes en las ciencias de la salud, negocios, banca y sociología [2] debido a que se procura por medio de esta técnica dar respuesta a hechos específicos dependiendo de la presencia o ausencia de determinada característica de interés, siendo éste el modelo estadístico utilizado para la estimación de la función de supervivencia de los habitantes de la Región Oriental del Ecuador por variable sociodemográfica: Sexo y Área de residencia; y considerando que la característica de estudio es la variable *Estado*, la cual toma el valor de 1 si el individuo está vivo y 0 si no lo está.

### 2.1.1. DEFINICIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO

La función logística, a la cual denominaremos  $f(y)$ , dada por la expresión (2.1), es la función que describe la forma matemática en la cual basa el modelo logístico, la cual al ser graficada de  $-\infty$  a  $+\infty$  denota un rango entre 0 y 1, tal como se muestra en el **Gráfico 2.1**. (Kleinbaum y Klein, 2010) [14]

$$f(y) = \frac{1}{1 + e^{-y}} \quad (2.1)$$



**Gráfico 2.1. Función Logística**

*Fuente:* Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones. Zurita, G.  
*Elaborado por:* Silvana Batallas Cueva

Para ir de la función logística (2.1) al modelo logístico, se define  $y$  como una suma lineal de  $\beta_i X_i$ , donde los  $\beta$ 's son términos constantes que representan parámetros desconocidos; y, las  $X$ 's son las variables independientes de interés (Kleinbaum y Klein, 2010) [14], tal como se muestra en (2.2).

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i \quad (2.2)$$

Ahora bien, reemplazando (2.2) en la función logística (2.1) tenemos:

$$f(y) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i)}}$$

$$f(y) = \frac{1}{1 + e^{-\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)}} \quad (2.3)$$

Dado que la variable  $Y$  a ser explicada es binaria, la probabilidad de que determinada característica de interés se presente, es decir ( $Y=1$ ), puede ser declarada como una probabilidad condicional en términos de las  $i$  covariables  $X_1, X_2, \dots, X_i$ , las cuales son denotadas como  $X$ , (Kleinbaum y Klein, 2010) [14], de donde se tiene que:

$$P(X) = P(Y = 1 | X_1, X_2, \dots, X_i) \quad (2.4)$$

De las expresiones (2.3) y (2.4) el modelo logístico puede ser reescrito como:

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)}} \quad (2.5)$$

## 2.1.2. TRANSFORMACIÓN LOGIT

Para que el modelo de regresión logística proporcione de manera directa la probabilidad de pertenecer a cada una de las categorías definidas previamente para la variable dependiente  $y$ , debemos realizar la transformación logarítmica del modelo logístico  $P(\mathbf{X})$ , denominada como transformación *logit*, (Kleinbaum y Klein, 2010) [14], la cual está dada por la siguiente expresión:

$$\text{logit } P(\mathbf{X}) = \ln \left[ \frac{P(\mathbf{X})}{1 - P(\mathbf{X})} \right] \quad (2.6)$$

De la expresión (2.5) podemos deducir  $1 - P(\mathbf{X})$  como:

$$\begin{aligned} 1 - P(\mathbf{X}) &= 1 - \frac{1}{1 + e^{-\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)}} \\ &= \frac{e^{-\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)}}{1 + e^{-\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)}} \\ &= \frac{1}{1 + e^{\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)}} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Al realizar la relación entre  $P(\mathbf{X})$  (2.6) y  $1 - P(\mathbf{X})$  (2.7) y luego de efectuar las operaciones algebraicas correspondientes se tiene:

$$\frac{P(\mathbf{X})}{1 - P(\mathbf{X})} = e^{\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k\right)} \quad (2.8)$$

Evaluando (2.8) en la expresión (2.6) obtenemos:

$$\text{logit } P(\mathbf{X}) = \ln \left[ e^{\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_k} \right]$$

Con lo que finalmente se determina la forma *logit* del modelo logístico (2.9); que se resume en la combinación lineal de las variables  $X$ 's y los  $\beta$ 's del mismo.

$$\text{logit } P(\mathbf{X}) = \beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k X_k \quad (2.9)$$

### 2.1.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO

El método de Estimación de Máxima Verosimilitud proporciona el fundamento que permite realizar la estimación de los parámetros  $\beta$ 's para el Modelo de Regresión Logística de manera que se maximice la probabilidad de obtener el conjunto observado de datos. (Hosmer y Lemeshow, 2000) [23]

Dado que la variable aleatoria  $Y_i$  es Bernoulli, es decir: (Zurita, 2010) [15]

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} p_i & ; \text{ si } Y_i = 1 \\ 1 - p_i & ; \text{ si } Y_i = 0 \end{cases} \quad (2.10)$$

Y la función  $f_y$  está dada por:

$$f_y(y) = p_i^y (1 - p_i)^{1-y}, \quad Y = 0, 1 \quad (2.11)$$

De donde se tiene que la distribución conjunta de  $f_Y(y_1, y_2, \dots, y_n)$  de los  $n$  valores de  $Y$  es:

$$\begin{aligned} f_Y(y_1, y_2, \dots, y_n) &= f_1(y_1) f_2(y_2) \dots f_n(y_n) \\ &= \prod_{i=1}^n f_i(y_i) \\ &= \prod_{i=1}^n p_i^{y_i} (1 - p_i)^{1-y_i} \end{aligned} \quad (2.12)$$



Teniendo en cuenta que por facilidad de cálculo es recomendable trabajar con el logaritmo natural de la ecuación, tenemos:

$$\begin{aligned} \ln f_Y(y_1, y_2, \dots, y_n) &= \ln \prod_{i=1}^n p_i^{y_i} (1-p_i)^{1-y_i} \\ &= \sum_{i=1}^n y_i \ln \left( \frac{p_i}{1-p_i} \right) + \sum_{i=1}^n \ln(1-p_i) \end{aligned} \quad (2.13)$$

Considerando la expresión de la transformación *logit* del modelo dado en (2.9) y reemplazándola en (2.13); y, realizando el paso de  $f_Y$  a  $L_\beta$  considerando que ésta se da en función de los  $\beta$ 's y no de  $(y_1, y_2, \dots, y_n)$  se puede expresar la función de verosimilitud como:

$$L(\beta) = \ln(L_\beta(\beta)) = \sum_{k=1}^n y_i \left( \beta_0 + \sum_{j=1}^i \beta_j X_{kj} \right) - \sum_{k=1}^n \ln \left( 1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^i \beta_j X_{kj}} \right) \quad (2.14)$$

Para determinar los valores de los  $\beta$ 's que maximicen el  $\ln$  de la función de verosimilitud (2.14) es necesario derivarla con respecto a sus parámetros para lo cual es necesaria la utilización de métodos numéricos puesto que no existe una *solución explícita*. (Zurita, 2010) [15]

#### 2.1.4. ODDS RATIO –OR

El término *Odd* se define como la relación entre la probabilidad de que se dé un evento específico versus la probabilidad de que éste no se dé (Wilson, J. y Lorenz, K. 2015) [2], es decir:

$$odd = \frac{P}{1-P} \quad (2.15)$$

Por otra parte, se define *Odd Ratio (OR)* como la razón entre el odd de que un determinado evento ocurra en un grupo en particular versus el odd de que ocurra el mismo evento en un grupo diferente. (Wilson, J. y Lorenz, K. 2015) [2], teniendo así:

$$OR = \frac{odd_0}{odd_1}$$

Al expresar **(2.15)** en términos del modelo logístico, esto es en función de  $P(X)$ , donde  $X$  representa el conjunto de variables independientes del modelo y tomando en consideración la definición de *odd ratio* que compara dos grupos en base a una misma característica de interés, tenemos: (Kleinbaum y Klein, 2010) [14]

$$OR = \frac{\frac{P(X_0)}{1 - P(X_0)}}{\frac{P(X_1)}{1 - P(X_1)}} \quad (2.16)$$

Sustituyendo el numerador y el denominador de **(2.16)** con la expresión **(2.8)** previamente definida, el *OR* queda de la siguiente manera: (Kleinbaum y Klein, 2010) [14]

$$OR = \frac{e^{\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_{0k}\right)}}{e^{\left(\beta_0 + \sum_{k=1}^i \beta_k x_{1k}\right)}}$$

De donde, luego de aplicar las reducciones algebraicas correspondientes, finalmente obtenemos una fórmula general para el *odd ratio* del modelo de Regresión Logística: (Kleinbaum y Klein, 2010) [14]

$$OR_{X_0 X_1} = e^{\sum_{k=1}^i \beta_k (x_{0k} - x_{1k})} \quad (2.17)$$

Mediante la teoría algebraica es posible reescribir la fórmula del *odd ratio* de la siguiente manera: (Kleinbaum y Klein, 2010) [14]

$$OR_{X_0, X_1} = \prod_{k=1}^i e^{\beta_k (x_{0k} - x_{1k})} \quad (2.18)$$

### 2.1.5. INFERENCIAS SOBRE LOS PARÁMETROS

Luego de la estimación de los coeficientes del modelo de Regresión Logística, es necesario realizar la evaluación del nivel de significancia de las variables  $X_i$  en el modelo, lo cual generalmente implica la formulación y comprobación de hipótesis estadísticas para determinar si las variables independientes del modelo están significativamente relacionadas con la variable de resultado. (Hosmer y Lemeshow, 2000) [23], de lo que se deriva el contraste de hipótesis:  $H_0 : \beta_k = 0$  versus  $H_1 : \beta_k \neq 0$ ; para la cual se determina un valor  $p$  asociado.

El estadístico  $G$  de la *Razón de Verosimilitud* (LRT por sus siglas en inglés – Likelihood Ratio Test) es una de las alternativas para la evaluación de la significancia de las variables independientes, en la que se analiza la diferencia entre dos modelos: uno con la variable evaluada llamado *modelo completo* ( $n$  parámetros); y, otro sin esta variable al que se lo denomina *modelo reducido* ( $k$  parámetros). (Kleinbaum y Klein, 2010) [14].

La razón de verosimilitud está dada por la siguiente expresión: (Hosmer y Lemeshow, 2000) [23]

$$LRT = D(\text{modelo reducido}) - D(\text{modelo completo}) \quad (2.19)$$

Dado que la Devianza  $D$  está definida como:

$$D_C = -2(\ln L_C - \ln L_S) \quad (2.20)$$

$$D_R = -2(\ln L_R - \ln L_S) \quad (2.21)$$

Reemplazando las ecuaciones (2.20) y (2.21) en la expresión (2.19) la razón de verosimilitud queda expresada por:

$$LRT = [-2(\ln L_R - \ln L_S)] - [-2(\ln L_C - \ln L_S)]$$

$$LRT = -2[\ln L(R) - \ln L(C)]$$

$$LRT = -2 \ln \left( \frac{L_R}{L_C} \right) \quad (2.22)$$

El LRT tiene una aproximación a la distribución Ji-Cuadrado en muestras grandes y sus grados de libertad es igual a la diferencia entre el número de parámetros entre los dos modelos ( $n - k$ ). (Kleinbaum y Klein, 2010) [14].

El estadístico de Wald Ji-Cuadrado ( $Z$ ) es otra alternativa para evaluar las variables independientes en el modelo, el cual muy usado pero puede dar resultados imprecisos con muestras pequeñas. (Wilson, J. y Lorenz, K. 2015) [2]. Está dado por el cociente entre el valor del coeficiente  $\beta_i$  y su error estándar (SE), de la siguiente manera:

$$Z = \frac{\beta_i}{SE(\beta_i)} \quad (2.23)$$

El estadístico de Wald  $Z$  para muestras grandes tiene aproximadamente una distribución normal estándar  $N \square (0,1)$ ;

rechazando  $H_0$  si  $|Z| > Z_{\alpha/2}$  donde  $Z_{\alpha/2}$  es el percentil  $(1 - \alpha/2)100$  de la distribución normal. Ocasionalmente para el estadístico de Wald se utiliza  $Z^2$  que se aproxima a una distribución Ji-Cuadrado con un grado de libertad. (Kleinbaum y Klein, 2010) [14].

Para inferencias sobre los parámetros de los modelos obtenidos en la presente investigación se utilizará el estadístico de la Razón de Verosimilitud  $LRT$  y el estadístico de Wald, los cuales serán comparados en cada uno de los casos desarrollados.

## 2.2. TABLAS DE MORTALIDAD

Las tablas de mortalidad, también conocidas como tablas de vida, son empleadas por varios especialistas de distintas maneras, teniendo así que son usadas tanto por los trabajadores de la salud como por demógrafos, actuarios y economistas; para realizar estudios de longevidad, fertilidad, migración y crecimiento de la población así como en la construcción de proyecciones de crecimiento poblacional, entre otros. (Siegel y Swanson, 2004) [20]

Las tablas de mortalidad son una forma de combinar las tasas de mortalidad de una población en diferentes edades en un modelo estadístico simple con la finalidad de medir el nivel de mortalidad de la población involucrada. (Siegel y Swanson, 2004) [20]; basándose en el número de muertes para una edad específica y el número de personas existentes con la misma edad en la población, obteniendo así con estos datos la posibilidad de supervivencia de una edad a otra, y cuánto tiempo en promedio están propensos a vivir. (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]

Una de las principales ventajas de las tablas de mortalidad frente a otros métodos de medición de la mortalidad es que estas no reflejan los efectos

de la distribución de la edad en una población actual y no requiere la adopción de una población estándar para aceptar la comparación de los niveles de mortalidad en diferentes poblaciones. (Siegel y Swanson, 2004) [20]

Como se mencionó inicialmente, las tablas de mortalidad son ampliamente utilizadas por las empresas aseguradoras específicamente para los seguros de vida, en los cuales se presentan factores de riesgo que afectan la mortalidad del asegurado tales como edad, género, estado de salud, profesión, entre otros (Olivieri y Pitacco, 2011) [12]; mismos que son afrontados financieramente por el sector asegurador mediante las reservas técnicas y tarificación adecuada de primas, las cuales tienen como base de cálculo las tablas de mortalidad.

### 2.2.1. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA

Se tiene que  $T$  es una variable aleatoria continua, cuya función de distribución acumulada  $F(t)$  es: (Bowers, et al., 1997) [25]

$$F(t) = P(T \leq t) \quad t \geq 0 \quad (2.24)$$

Teniendo que  $S(t)$  es el complemento de  $F(t)$ , se obtiene:

$$S(t) = 1 - F(t)$$

$$S(t) = P(T > t) \quad t \geq 0 \quad (2.25)$$

$S(t)$  se puede expresar como la integral de la función de densidad de probabilidades  $f(t)$ , esto es:

$$S(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

De donde se tiene que:

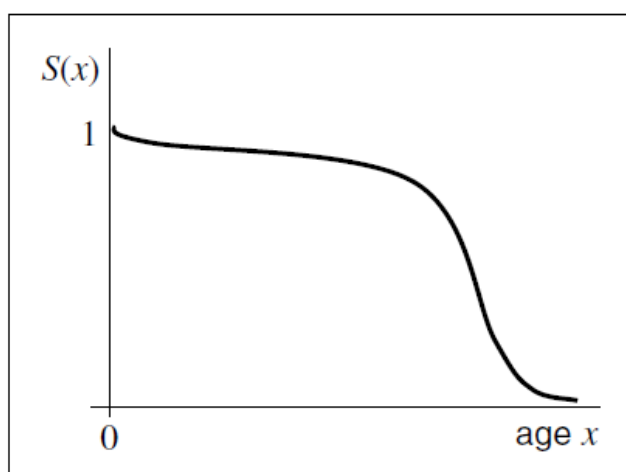
$$f(t) = -\frac{dS(t)}{dt} \quad (2.26)$$

Denominándose así a  $S(t)$  como función de supervivencia (2.25) la cual proporciona la probabilidad de que una persona sobreviva más de un tiempo determinado ( $t$ ): esto es,  $S(t)$  da la probabilidad de que la variable aleatoria  $T$  exceda al tiempo específico  $t$ . (Kleinbaun y Klein, 2005) [17]

Las principales propiedades de la función de supervivencia  $S(t)$  son: (Sandoya, 2005) [18]

1.  $S(t)$  es una función monótona decreciente
2.  $S(0) = 1$
3.  $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = 0$

Una forma típica de la función de supervivencia humana se muestra en el **Gráfico 2.2**.



**Gráfico 2.2. Función de Supervivencia**

*Fuente:* Introduction to Insurance Mathematics. Olivieri, A. y Pitacco.  
*Elaborado por:* Introduction to Insurance Mathematics

## 2.2.2. SUPUESTOS EN UNA TABLA DE MORTALIDAD

Para la construcción de las tablas de mortalidad es necesario tener en consideración algunas presunciones: (INEI, 2010) [13]

1. Las tablas de mortalidad son modelos teóricos que describen numéricamente el proceso de extinción por muerte de un grupo hipotético de recién nacidos (cohorte).
2. La mortalidad experimentada por la población corresponde a la ocurrida en un año establecido.
3. Las tablas de mortalidad no toman en consideración las variaciones de mortalidad en el tiempo, es decir, la población envejece independientemente del tiempo.

Es importante mantener la distinción entre una tabla de mortalidad dada, la cual es un modelo de mortalidad de una población sintética y la población real a la cual se la va a aplicar, para lo cual es necesario tener en consideración las siguientes supuestos: (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]

**Supuesto 1:** No hay migración.

**Supuesto 2:** Las tasas de mortalidad anuales para una edad específica, no cambian con el tiempo.

**Supuesto 3:** El número anual de nacimientos que permanece constante en el tiempo, generalmente 100,000; es igual al número de muertes anuales a través del tiempo, teniendo así que la población sintética es estacionaria y no cambia de tamaño.

## 2.2.3. TIPOS DE TABLAS DE MORTALIDAD

Las tablas de vida se diferencian entre sí de varias maneras, incluyendo el año de referencia para la construcción de la tabla, el



largo del intervalo de la edad de la tabla y el número de factores comprendidos en la misma. (Siegel y Swanson, 2004) [20]

De acuerdo al *año de referencia en la tabla* podemos distinguir dos tipos: las tablas de mortalidad actual, y las tablas de mortalidad de generación o cohorte. Las **tablas de mortalidad actual** representan la mortalidad combinada por edad de una población en particular experimentada en un periodo corto de tiempo, que puede ser 1 año, 3 años o períodos intercensales; a diferencia de las **tablas de mortalidad de generación o cohorte**, las cuales se basan en las tasas de mortalidad experimentadas por una cohorte de nacimientos en particular, es decir, se observa a través de los años una generación desde su nacimiento, hasta que cada uno de ellos muera. (Siegel y Swanson, 2004) [20]

Las tablas de mortalidad también se dividen por la *longitud del intervalo de edad*, en los cuales son presentados los datos, teniendo así dos tipos: **completa o íntegra**, la cual contiene datos para cada año de edad de manera individual desde el nacimiento hasta la última edad aplicable; mientras que en la tabla **reducida o abreviada**, las edades se presentan en intervalos de 5 o 10 años, los cuales son consideradas como suficientemente detallados para la mayoría de los propósitos. (Siegel y Swanson, 2004) [20]

Adicionalmente, se pueden distinguir dos tipos de tablas de mortalidad basándose en los factores que éstas comprenden, teniendo así las **tablas de mortalidad convencionales** las cuales únicamente presentan las tasas de mortalidad por edad de una cohorte; y las **tablas de mortalidad de decremento múltiple** la cual describe las tasas de mortalidad en base a los efectos de uno o varios factores de manera separada o combinada, por ejemplo la mortalidad por causas de muerte, o la mortalidad en término de los

cambios en uno o más factores sociodemográficos característicos de la población. (Siegel y Swanson, 2004) [20]

#### **2.2.4. CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA DE MORTALIDAD**

La elaboración de una tabla de mortalidad requiere de datos básicos como son el número muertes por edad de los fallecidos durante un período de tiempo fijado; y, el número de personas clasificadas por edad que están vivas en la mitad de mismo año. (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6], con lo cual es posible estimar la probabilidad de muerte de una población.

El Instituto de Estadísticas y Censos de Ecuador – INEC es la entidad encargada del manejo de la información necesaria para la construcción de las tablas de mortalidad, en este caso en particular a realizarse para los habitantes de la Región Oriental del Ecuador, teniendo así estos datos de las siguientes fuentes:

- Censo de Población y Vivienda 2010
- Defunciones Generales. *Período: Diciembre 2010 a Noviembre 2011*
- Nacimientos. *Período: Diciembre 2010 a Noviembre 2011.*

La construcción de las tablas de mortalidad se puede considerar en función de tres fases: la primera, el análisis de los datos básicos de población, nacimientos y defunciones, con la finalidad de encontrar incoherencias, sesgos, o algún otro tipo de errores; la segunda fase consiste en el cálculo de las tasas de mortalidad; y, la tercera en el cálculo de las funciones restantes de las tablas de mortalidad. (Siegel y Swanson, 2004) [20]. Para el desarrollo del presente estudio se llevarán a cabo únicamente las dos primeras fases.

Las tablas de vida se basan en la probabilidad de que un individuo sobreviva a la edad  $x$  y muera antes de alcanzar su próximo cumpleaños  $x+1$ . (Siegel y Swanson, 2004) [20], para lo cual se requiere calcular en primera instancia la *tasa de mortalidad* específica por edad  $x$ , denotada por  $m_x$  que se deriva de tomar en el numerador el número de muertes de personas de edad  $x$  ( $d_x$ ) en el período de un año; dividido para el número de personas de edad  $x$  en la mitad del mismo año ( $P_x$ ), teniendo así: (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]

$$m_x = \frac{d_x}{P_x} \quad (2.27)$$

Considerando que  $x$  puede tomar valores 0, 1, 2, y así sucesivamente; y,  $x$  hace referencia a la edad entre  $x$  y  $x+1$ .

La *probabilidad de morir* entre la edad  $x$  y  $x+1$ , denotada por  $q_x$  es definida como el número de muertes en la edad  $x$  en un año dado ( $d_x$ ), dividida para la población de la misma edad expuesta al riesgo de morir dentro del mismo año; la cual puede ser estimada teniendo en cuenta que  $P_x$  es la población que ha sobrevivido durante la primera mitad del año, y asumiendo que las muertes en cualquier edad se encuentran uniformemente distribuidas dentro de un año dado; con lo cual se tiene que la población expuesta al riesgo de morir entre la edad  $x$  y  $x+1$  en el inicio de un año en particular es igual a la población de la edad  $x$  en la mitad de un año dado más la mitad de las muertes en la edad  $x$  dentro del mismo año; de donde  $q_x$  queda expresado como: (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]

$$q_x = \frac{d_x}{P_x + \frac{1}{2}d_x} \quad (2.28)$$

Dividiendo el numerador y el denominador de (2.28) para  $P_x$  tenemos:

$$q_x = \frac{\frac{d_x}{P_x}}{\frac{P_x}{P_x} + \frac{1}{2} \frac{d_x}{P_x}} \quad (2.29)$$

Remplazando la expresión (2.27) en (2.29),  $q_x$  puede reescribirse como:

$$q_x = \frac{2m_x}{2 + m_x} \quad (2.30)$$

La población expuesta al riesgo de morir descrita por Yusuf, Martins y Swanson [6], se basa en datos obtenidos a inicios de año; lo cual no aplica para la elaboración de las tablas de mortalidad para los habitantes de la Región Oriental del Ecuador debido a que las bases de datos utilizadas son a noviembre 2010 para el caso del Censo de Población y de un año completo para el seguimiento de las Defunciones Generales, razón por la cual se considera que la probabilidad de fallecer  $q_t$  resultaría igual a la tasa de muerte específica por edad  $m_t$ , de la siguiente manera:

$$q_x = m_x = \frac{d_x}{P_x} \quad (2.31)$$

La expresión (2.30) únicamente puede ser usada para  $x \geq 1$ , teniendo que para las edades de 0 años ( $x=0$ ),  $q_x$  está dada por la siguiente ecuación:

$$q_0 = \frac{d_0}{B} \quad (2.32)$$

Donde,  $d_0$  es el número de muertes entre 0 y 1 años en un año dado, y  $B$  se refiere al número de nacidos vivos en ese año.

Considerando que la edad máxima alcanzable  $\omega$ , usualmente estimada en 100 años, nos da que  $q_\omega = 1$ , de donde se puede decir que:

$$q_x + p_x = 1 \quad (2.33)$$

De donde se puede deducir que la probabilidad de sobrevivir a la edad  $x+1$  es:

$$p_x = 1 - q_x \quad (2.34)$$

Dado que la población hipotética la constituyen 100,000 nacimientos, el número de muertes  $d_x$  entre la edad  $x$  y  $x+1$  se puede estimar en términos de los sobrevivientes ( $l_x$ ) para cada una de las edades de  $x$ , para lo cual se usa la siguiente ecuación:

$$d_x = q_x * l_x \quad (2.35)$$

Teniendo además que:

$$l_{x+1} = l_x - d_x \quad (2.36)$$

Con lo que  $d_x$  puede ser reescrita como:

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (2.37)$$

El valor  $l_0$  es el número de sobrevivientes de edad cero, que se considera la base de las tablas de mortalidad. [6]

Otro de los elementos que componen la tabla de mortalidad es  $L_x$  que representa el número de personas en la población que están vivas en cualquier momento dentro de un determinado intervalo de edad; el cual se define como: (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]

$$L_x = l_{x+1} + \frac{1}{2}d_x \quad (2.38)$$

donde, se tiene que  $l_x$  es el número de sobrevivientes de edad  $x$  en un año dado  $t$ ; y,  $l_{x+1}$  son las personas que están vivas a la edad  $x+1$  en el inicio del año  $t+1$ . Adicionalmente  $d_x$  representa a los individuos que fallecen dentro de un año específico  $t$  y considerando además el supuesto de que las muertes se distribuyen uniformemente se puede argumentar que quienes murieron a la edad  $x$  vivieron la mitad de un año durante el año  $t$ . [6]

Al sustituir la ecuación  $d_x$  (2.37) en la expresión (2.38) tenemos:

$$L_x = l_{x+1} + \frac{1}{2}(l_x - l_{x+1})$$
$$L_x = \frac{1}{2}(l_x + l_{x+1}) \quad (2.39)$$

Durante los primeros años de vida, las muertes no siempre se distribuyen uniformemente, por lo que el supuesto usado en el párrafo anterior no es aplicable, por lo cual se puede determinar  $L_0$  mediante la edad promedio de muerte de los individuos que fallecen en el primer año de vida  $a_0$ , la cual generalmente toma valores entre 0.1 y 0.3, y varía dependiendo de la población objeto

de estudio.  $L_0$  está dado por la siguiente expresión: (Hinde, 2014) [3]

$$L_0 = a_0 l_0 + (1 - a_0) l_1 \quad (2.40)$$

Para los intervalos abiertos  $(x+)$  utilizados para los casos de la edad máxima, para el desarrollo de esta investigación establecida en 99 años  $(99+)$ , no puede usarse la ecuación (2.39), pudiéndose estimar  $L_{x+}$  de la siguiente manera: [6]

$$L_{x+} = \frac{d_{x+}}{m_{x+}} \quad (2.41)$$

En ausencia de los datos  $d_{x+}$  y  $m_{x+}$ ; existe una forma alterna y menos precisa de estimar  $L_{x+}$ :

$$L_0 = l_x * \log(l_x) \quad (2.42)$$

El cálculo de  $T_x$ , que define personas-años vividos pasada la edad  $x$ , se realiza mediante la siguiente expresión: [6]

$$T_x = L_x + L_{x+1} + L_{x+2} + \dots + L_{\omega} \quad (2.43)$$

donde,  $\omega$  es la máxima edad alcanzable.

El último elemento de las tablas de mortalidad es la esperanza de vida de una persona de edad  $x$  denotada por  $e_x$ , se calcula de la siguiente manera: (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \quad (2.44)$$

Finalmente, se mencionan las características de la población hipotética en base a la cual se realiza la construcción de las tablas de mortalidad; estas son:

- $L_x$  es el número de personas de cada edad.
- $T_0$  es el tamaño total de la población.
- $l_0$  es el número de nacimientos.
- $L_x$  es el número de muertes de cada edad.



## **CAPÍTULO 3**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. FUENTES DE DATOS**

En Ecuador se realiza un Censo Poblacional cada diez años en promedio, en el cual se contabilizan las personas que se encuentran en la vivienda o unidad de control de la enumeración, en la fecha y hora señaladas para el censo (INEC, 2012) [9], con la finalidad de dotar de información sobre la magnitud, estructura, crecimiento y distribución de la población y sus características económicas, sociales y demográficas (INEC, 2014) [4].

El VII Censo de Población y VI de Vivienda ejecutado por el INEC en noviembre de 2010 es el último realizado hasta la actualidad, el cual constituye la base para la elaboración de las Tablas de Mortalidad para los habitantes de la Región Oriental del Ecuador de la presente investigación.

Las estadísticas de los hechos vitales: nacimientos, defunciones generales y defunciones fetales, son registradas por el INEC con el objetivo de obtener información sistémica y continua de la inscripción de estos hechos de los habitantes del país (INEC, 2012) [9], constituyendo las dos primeras, fuentes adicionales de datos consideradas para la realización del presente estudio las cuales fueron tomadas del período comprendido entre diciembre 2010 y noviembre 2011.

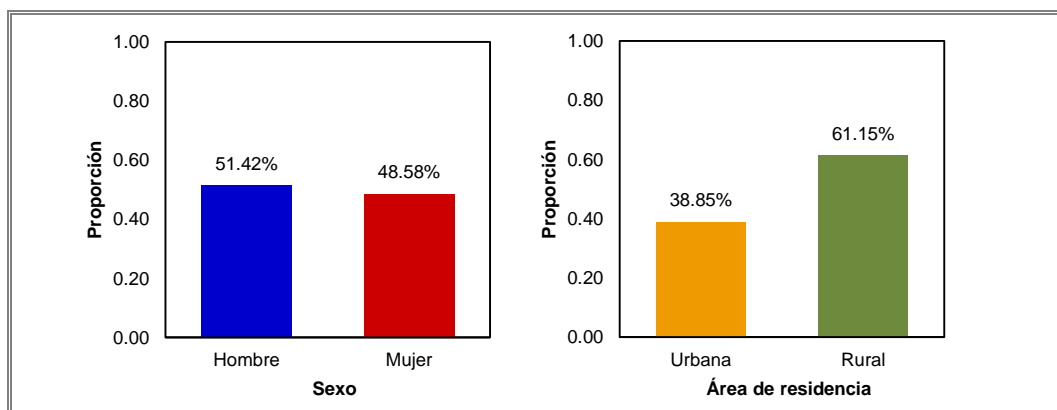
### 3.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El análisis de los datos obtenidos de las fuentes anteriormente descritas se realizó tomando en consideración la población de la Región Oriental del Ecuador, de donde surgen las variables: *Población* tomada del Censo de Población, *Muertos* tomada de Defunciones; y una tercera variable a la que se ha denominado *Vivos* que es la diferencia algebraica entre las variables Población y Muertos; de las cuales se presentan a continuación las estadísticas descriptivas en base a las variables: sexo, edad y área de residencia habitual.

Ecuador, de acuerdo a cifras oficiales del VII Censo de Población, tenía un total de 14'483,499 habitantes, de los cuales 733,480 residen en la Región Oriental lo cual equivale al 5.06% de los ecuatorianos, estando repartidos mayoritariamente los habitantes en las regiones Costa y Sierra, las mismas que representan el 49.88% y 44.50% de la población respectivamente.

En el Oriente ecuatoriano se evidencia que 51.42% de los habitantes son hombres, en tanto que el 48.58% son mujeres; teniendo además que el 61.15% de sus habitantes residen en áreas rurales y el 38.85% viven en el área urbana; tal como se muestra gráficamente en el **Cuadro 1**.

**Cuadro 1. Proporción de habitantes de la Región Oriental por Sexo y Área de Residencia**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Los datos de la población del Oriente Ecuatoriano para efectos de este estudio se han analizado en el rango de 0 a 99 años, correspondiendo estos valores al máximo y mínimo de la variable edad respectivamente, teniendo además que la edad promedio de los habitantes en general es de 24.09 años, y la moda es de 7 años. Segmentando el análisis de la edad de la población por sexo tenemos que la media de la edad para los hombres es 24.44 años, y 23.72 años para las mujeres, siendo la moda 10 y 7 años para el sexo masculino y femenino respectivamente, tal como se observa con más detalle en el **Cuadro 2**, donde además notamos que el 50% de la población masculina es menor a 20 años, en tanto que la misma proporción para el caso de las mujeres es de 19 años.

**Cuadro 2. Estadísticas Descriptivas de la Población por Edad por Sexo de la Región Oriental**

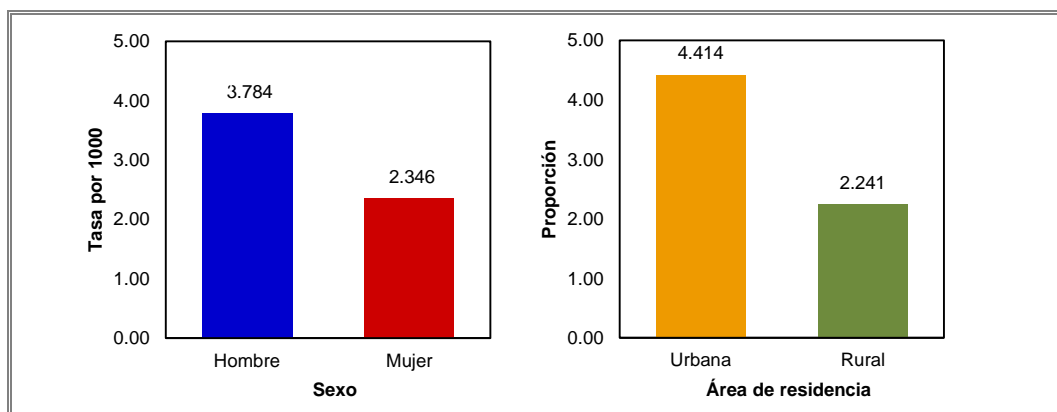
		Población General	Sexo		Área	
			Hombre	Mujer	Urbana	Rural
<b>Media</b>		24.09	24.44	23.72	25.49	23.21
<b>Moda</b>		7	10	7	10	7
<b>Cuartiles</b>	<b>Q<sub>1</sub></b>	9	9	9	10	8
	<b>Q<sub>2</sub></b>	19	20	19	22	18
	<b>Q<sub>3</sub></b>	36	36	35	37	35

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Adicionalmente, en el **Cuadro 2** se muestran estadísticas descriptivas de la edad de la población segmentada por área de residencia, esto es: urbana y rural; teniendo que en promedio los habitantes del área urbana tienen 25.49 años y los habitantes del área rural tienen 23.21 años en promedio; además, el 25% de la población es mayor a 37 años en el área urbana, y a 35 años en el área rural; mientras que otra cuarta parte de la población es menor a 10 años en el área urbana y a 8 años en el área rural.

El total de defunciones registradas en el Oriente ecuatoriano en el año siguiente al censo, esto es, entre diciembre 2010 y noviembre 2011, fue de 2,263 lo cual representa el 0.31% de la población, lo cual en términos de tasas específicas por cada 1000 habitantes y segregado por sexo nos indica que por cada 1000 habitantes, aproximadamente 4 de los decesos corresponden a hombres mientras que el 2 por cada 1000 corresponden a mujeres; adicionalmente se evidencia que por cada 2 habitantes que fallecen en el área rural, 4 fallecen en el área urbana, tal como se observa en el **Cuadro 3**.

**Cuadro 3. Tasas Específicas de fallecimientos por cada 1000 habitantes por Sexo y Área de Residencia**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el **Cuadro 4** observamos que los habitantes del Oriente del Ecuador fallecen en promedio a la edad de 49.44 años, notando además que el 50% de los fallecidos tenían menos de 53 años, en tanto que el 25% registra una edad superior a los 75 años. Segmentando estas cifras por sexo y área de residencia se puede observar que la edad promedio de fallecimiento de las mujeres es de 51.70 años, superando en 3.5 veces a la edad de fallecimiento promedio de los hombres que se sitúa en 48.12 años; mientras que la edad promedio de los fallecidos que habitaban en el área urbana es de 50.38 años y del área rural es de 48.27 años. La mayor cantidad de fallecimientos se da en menores de 1 año, teniendo así que la moda es 0.

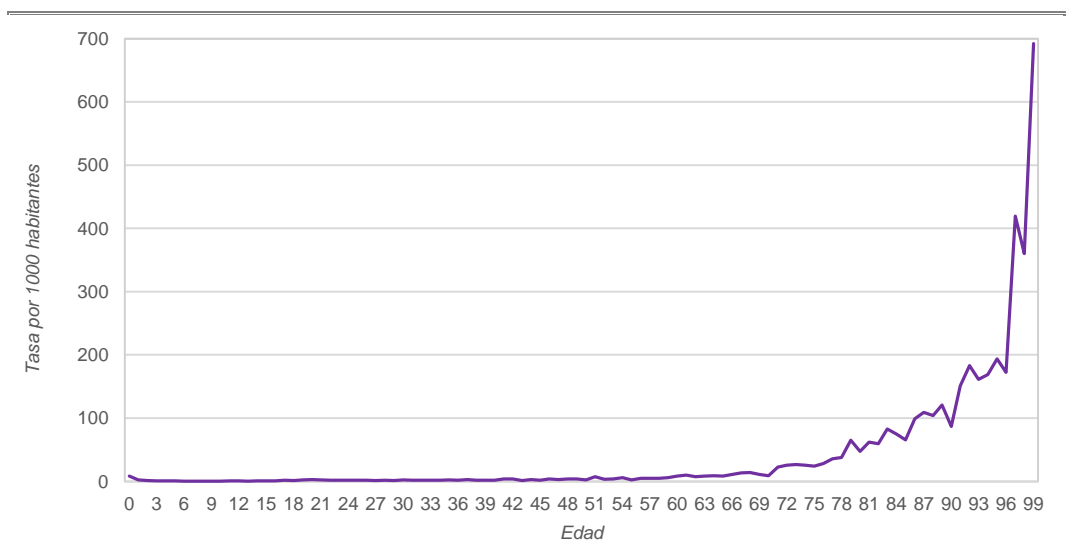
**Cuadro 4. Estadísticas Descriptivas de las Defunciones de la Región Oriental**

		Población	Sexo		Área	
		General	Hombre	Mujer	Urbana	Rural
<b>Media</b>		49.44	48.12	51.70	50.38	48.27
<b>Moda</b>		0	0	0	0	0
<b>Cuartiles</b>	<b>Q<sub>1</sub></b>	24	24	23	24	23
	<b>Q<sub>2</sub></b>	53	49	60	55	51
	<b>Q<sub>3</sub></b>	75	73	79	77	74

Fuente: INEC, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
 Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Analizando las tasas específicas de fallecimientos por edad, calculada por cada mil habitantes que se presentan en el **Cuadro 5**, se observa que existe un ligero incremento para los habitantes de edad cero, teniendo que a esta edad fallecieron 8 de cada mil habitantes, manteniéndose esta tasa entre 0 y 4 por cada mil habitantes hasta los 55 años de edad, notando además que ésta incrementa con mayor velocidad desde los 71 años hasta llegar a su punto máximo a los 99 años de edad en la cual 692 fallecidos por cada mil habitantes.

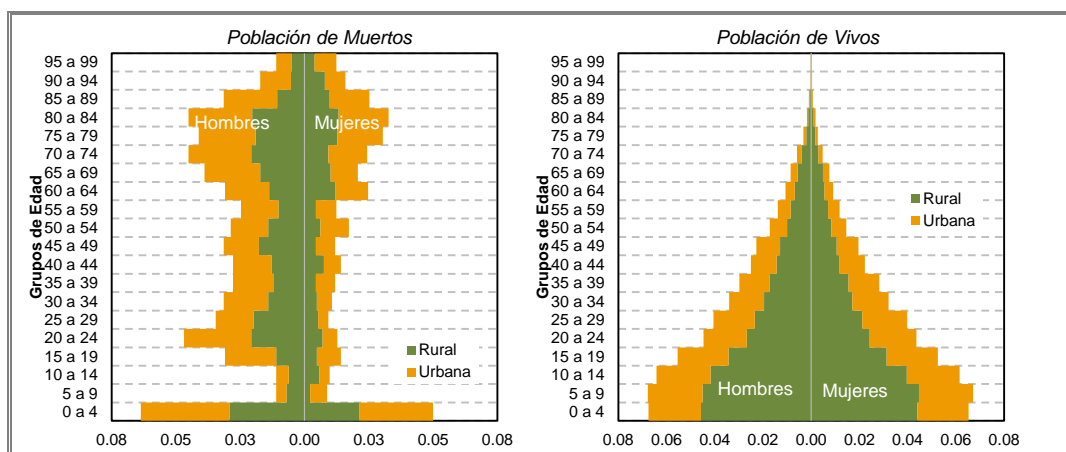
**Cuadro 5. Tasas Específicas de defunciones por edad por cada mil habitantes**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
 Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En las pirámides poblacionales que se presentan en el **Cuadro 6** se muestra en primera instancia el gráfico correspondiente a la población de muertos registrados en el Oriente Ecuatoriano en el que se observa que existe mayor proporción de fallecimientos de hombres que de mujeres; teniendo además que se diferencian dos grandes grupos de edades para el caso de las personas de sexo masculino en los que hay mayor incidencia de muertes, ocurriendo estas entre las edades de 20 a 29 años y entre 70 y 85 años; notando asimismo que en el grupo de las mujeres se registra el mayor número de decesos entre las edades de 75 a 84 años. El gráfico de la población de vivos se comporta de manera decreciente; es decir, mientras aumenta la edad disminuye la cantidad de habitantes con vida en la región, observando además que la proporción de habitantes que residen en el área urbana es mayor a los del área rural y que la mayor concentración de habitantes con vida tienen entre 5 a 9 años.

**Cuadro 6. Pirámide Poblacional para Muertos y Vivos de la Región Oriental**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

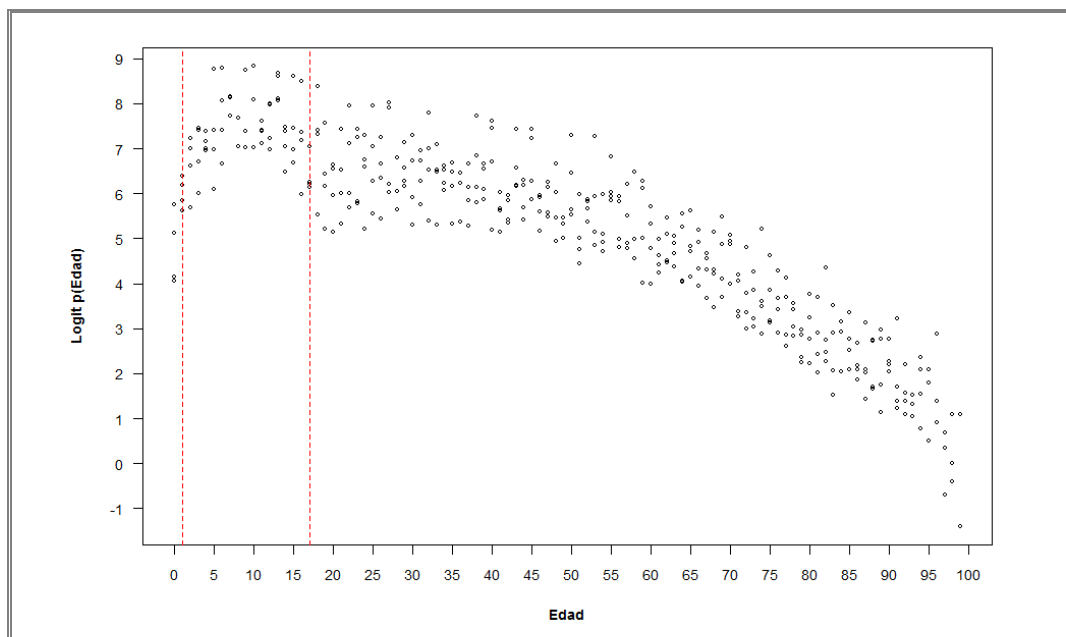
### 3.3. FACTORES QUE INCIDEN EN LA SUPERVIVENCIA

La Regresión Logística es la técnica estadística utilizada para determinar si las variables sociodemográficas: *Sexo* y *Área de residencia*, inciden o no en la supervivencia de los ecuatorianos que habitan en la Región Oriental; para cuyo efecto se tiene la *Edad* como variable de explicación y

a *Estado de Supervivencia* como variable a ser explicada, la cual toma valores de uno si el individuo está vivo y cero si no lo está.

Al analizar el gráficamente el comportamiento de la supervivencia de los habitantes del Oriente ecuatoriano en función de la edad, se evidencia que en la distribución de los datos se distinguen tres patrones, originando una segmentación de la variable *Edad* en subgrupos, obteniendo una primera división para la edad de cero años, un segundo subgrupo para las edades comprendidas entre 1 y 16 años; y, finalmente un tercer subgrupo para las edades mayores o iguales a 17 años tal como se observa en el **Cuadro 7**.

**Cuadro 7. Gráfico en Escala Logit de la supervivencia de los habitantes del Oriente ecuatoriano**



**Fuente:** INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
**Elaborado por:** Silvana Batallas Cueva

La variable *Edad* ha sido modelada mediante tres intervalos por medio de variables indicadoras, las cuales están definidas de acuerdo a los intervalos planteados en el párrafo anterior, esto es: 0 años, 1 a 16 años y de 17 años o más; con lo que posteriormente se establecieron dos modelos de regresión logística con los cuales se pretende explicar la variable *Estado de Supervivencia* en términos de la *Edad*, teniendo en

inicialmente un primer modelo (*Modelo 1*) que consta de un componente lineal para cada uno de los dos primeros intervalos; y un componente cuadrático para del tercer intervalo de edad; y, un segundo modelo compuesto por un modelo lineal para la edad de cero años, y dos cuadráticos para las edades de 1 a 16 años y de 17 años o más (*Modelo 2*), teniendo que para estos dos últimos rangos de edad, en ambos modelos, se centró la edad en 10 y 40 años con la finalidad de disminuir la correlación entre las variables dependientes.

Adicional a los dos modelos expuestos, se construyó un tercer modelo (*Modelo 3*) el cual toma como base la variable *Edad* analizada por medio de cinco variables indicadoras cada una de las cuales fue modelada mediante un modelo lineal simple, teniendo que éstas están definidas para 0 años, 1 a 9 años, 10 a 16 años, 17 a 50 años, y mayor o igual a 51 años, considerando para este caso las edades de 5, 15, 35 y 75 para centrar la edad tal como se realizó en los modelos 1 y 2.

Para los modelos 1, 2 y 3 se obtuvieron los estimadores de los beta, el error estándar y valor  $p$ , los cuales se muestran en el **Cuadro 8** donde se observa que para el *Modelo con dos componentes Lineales* el valor  $p$  es cero para cada una de las variables indicadoras con lo cual que se infiere que estas son significativas para el modelo, notando además que el hecho de tener una edad mayor o igual a 17 años disminuye la probabilidad de supervivencia de acuerdo a los estimadores de los beta.

Los resultados del *Modelo con dos componentes cuadráticos* nos muestran que todos los coeficientes son significativos a excepción del beta que acompaña al término simple del modelo establecido para la variable indicadora de 1 a 16 años; y, finalmente se tiene que en el *Modelo con cinco componentes lineales* de acuerdo a su valor  $p$  cada una de las variables indicadoras establecidas para éste, son significativas.



Cuadro 8. Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad

**MODELO 1: Dos componentes lineales**

$$P(Y=1 | I_0, I_{1-16}, I_{\geq 17}) = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10)) + I_{\geq 17}(\beta_3 + \beta_4*(Edad-40) + \beta_5*(Edad-40)^2) \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.7913	0.0828	0.0000
$I_{1-16}$	2.6192	0.1182	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	0.0835	0.0153	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.2417	0.0891	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0339	0.0018	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0000	0.0000

**MODELO 2: Dos componentes cuadráticos**

$$P(Y=1 | I_0, I_{1-16}, I_{\geq 17}) = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.7913	0.0828	0.0000
$I_{1-16}$	3.0864	0.1432	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0169	0.0184	0.3592
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0235	0.0034	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.2417	0.0891	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0339	0.0018	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0000	0.0000

**MODELO 3: Cinco componentes lineales**

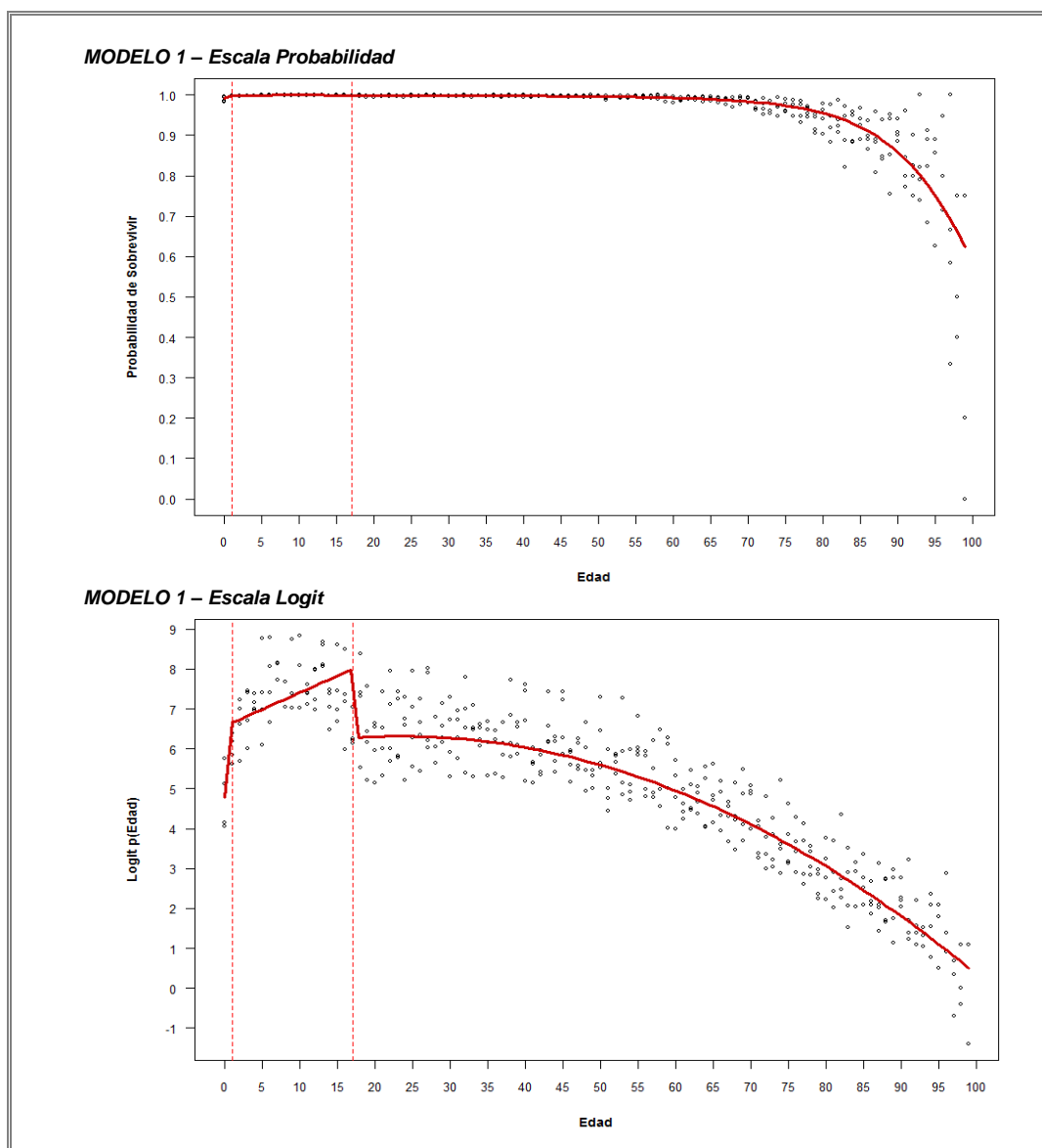
$$P(Y=1 | I_0, I_{1-9}, I_{10-16}, I_{17-50}, I_{\geq 51}) = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-9}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-5)) + I_{10-16}(\beta_3 + \beta_4*(Edad-15)) + I_{17-50}(\beta_5 + \beta_6*(Edad-35)) + I_{\geq 51}(\beta_7 + \beta_8*(Edad-75)) \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.7913	0.0828	0.0000
$I_{1-9}$	2.4786	0.1289	0.0000
$I_{1-9} * (Edad - 5)$	0.2631	0.0355	0.0000
$I_{10-16}$	2.4153	0.1714	0.0000
$I_{10-16} * (Edad - 15)$	-0.1316	0.0591	0.0259
$I_{17-50}$	1.2996	0.0917	0.0000
$I_{17-50} * (Edad - 35)$	-0.0178	0.0039	0.0000
$I_{\geq 51}$	-1.3287	0.0881	0.0000
$I_{\geq 51} * (Edad - 75)$	-0.1017	0.0026	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el **Cuadro 9** se tiene en primera instancia el gráfico del *Modelo 1* en escala de probabilidad, el cual se obtiene de evaluar la variable *Edad* en dicho modelo, observándose que durante los primeros años de vida la probabilidad de supervivencia se mantiene cercana a uno, empezando a disminuir desde los 55 a los 70 años, edad a partir de la cual decrece con mayor velocidad. El segundo gráfico muestra la transformación logit del modelo, en el cual que se tiene cómo se encuentran distribuidos los datos y la manera en que el modelo planteado se ajusta a ellos.

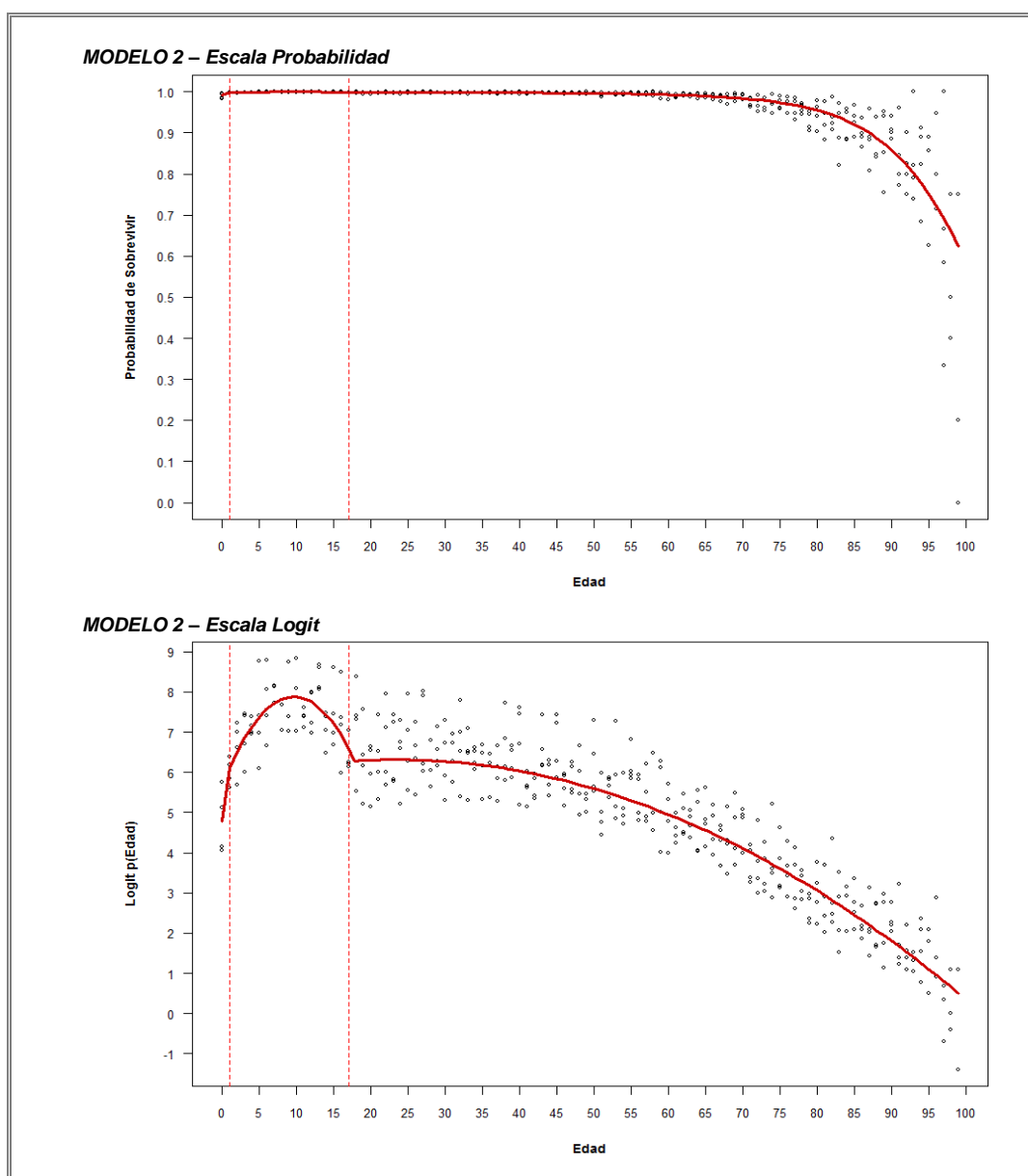
**Cuadro 9. Gráficos del Modelo con dos componentes lineales: Estado de Supervivencia vs. Edad**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el gráfico en escala de probabilidad del *Modelo 2* se tiene que a partir de los 60 años la curva de la probabilidad de supervivencia empieza a caer lentamente hasta los 70 años aproximadamente, edad en la cual su decrecimiento se acelera, tal como se observa en el **Cuadro 10**, donde adicionalmente se presenta, al igual que en el caso anterior, la representación gráfica de la transformación logit del modelo, mostrando la forma en que el modelo planteado se ajusta a los datos.

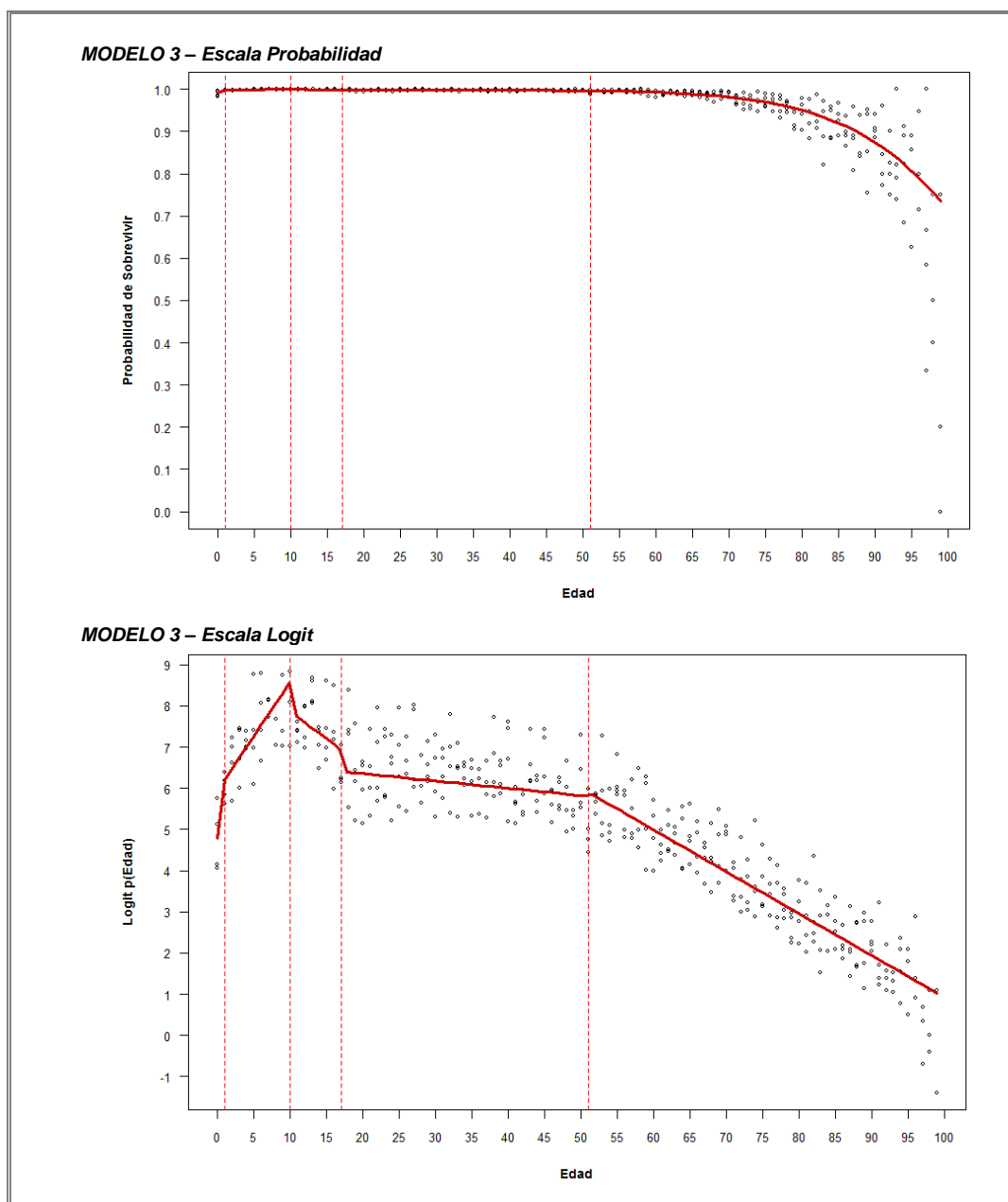
Cuadro 10. Gráficos del Modelo con dos componentes cuadráticos: Estado de Supervivencia vs. Edad



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En la primera parte del **Cuadro 11** se observa el gráfico en escala de probabilidad, teniendo que al igual que en los modelos 1 y 2, la probabilidad de supervivencia es alta hasta los 70 años de edad, a partir de donde empieza a decaer pero de manera menos pronunciada. En el gráfico en escala logit se muestra que los cinco componentes lineales que conforman este modelo no se ajustan bien a la distribución de los datos.

**Cuadro 11. Gráficos del Modelo con cinco componentes lineales: Estado de Supervivencia vs. Edad**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011

Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Los tres modelos de regresión logística analizados en líneas previas, fueron planteados con la finalidad de establecer un modelo base únicamente con las variables *Edad* y *Estado de Supervivencia*, el cual de manera gráfica se podría definir al *Modelo 2: Con dos componentes cuadráticos*, como el modelo que mejor se ajusta a la distribución de los datos observados; pero, adicionalmente, se realizará una comparación estadística de dichos modelos, tomando como criterios de elección el AIC, BIC y la Devianza de cada uno de ellos.

El AIC (Akaike's Information Criterion), al igual que el BIC (Bayesian Information Criterion), es una medida de bondad de ajuste del modelo [2], los cuales se basan de manera parcial en la función de verosimilitud con la particularidad de que penalizan la cantidad de parámetros, siendo esta penalización mayor para el BIC, el cual adicionalmente considera el tamaño de la muestra. Por otra parte, el Test de la Devianza es la diferencia entre los modelos analizados (*Modelo 1, 2 y 3*) y el modelo saturado en términos de la verosimilitud.

El criterio de selección tanto para la Devianza, como para el AIC y BIC es el que menor valor presente, lo cual indica que es el que mejor se ajusta a los datos observados. En el **Cuadro 12** se muestran los resultados obtenidos, donde se evidencia que el mejor modelo por cada uno de los criterios analizados es el *Modelo con dos componentes cuadráticos*, el cual se considerará como modelo base para el análisis de las variables *Sexo* y *Área de Residencia*, de manera individual y con interacciones.

**Cuadro 12. Comparación de los Modelos: Estado de Supervivencia vs. Edad**

Modelo	Devianza	AIC	BIC
Con dos componentes lineales	940.34	2252.10	2276.05
Con dos componentes cuadráticos	893.57	2207.32	2235.26
Con cinco componentes lineales	916.18	2233.94	2269.86

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.3.1. MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y SEXO

Para efectos de determinar si la variable sociodemográfica Sexo (hombre, mujer) tiene incidencia en la supervivencia de los habitantes de la Región Oriental del Ecuador, se añade esta característica al modelo inicial construido con las variables *Estado de Supervivencia* y *Edad*, teniendo así el modelo logístico para las variables *Estado de Supervivencia* vs. *Edad + Sexo* que se muestra en el **Cuadro 13**, en el cual adicionalmente se presenta el valor *p* de los coeficientes, teniendo que estos son cero para todos los casos, con lo cual se puede concluir que los mismos son significativos para el modelo de regresión manteniendo la misma excepción enunciada anteriormente; notando además que de acuerdo a los estimadores de los beta el hecho de ser mujer aumenta la probabilidad de sobrevivir, tomando en consideración que para este modelo se definió como categoría de referencia el sexo masculino.

**Cuadro 13. Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo**

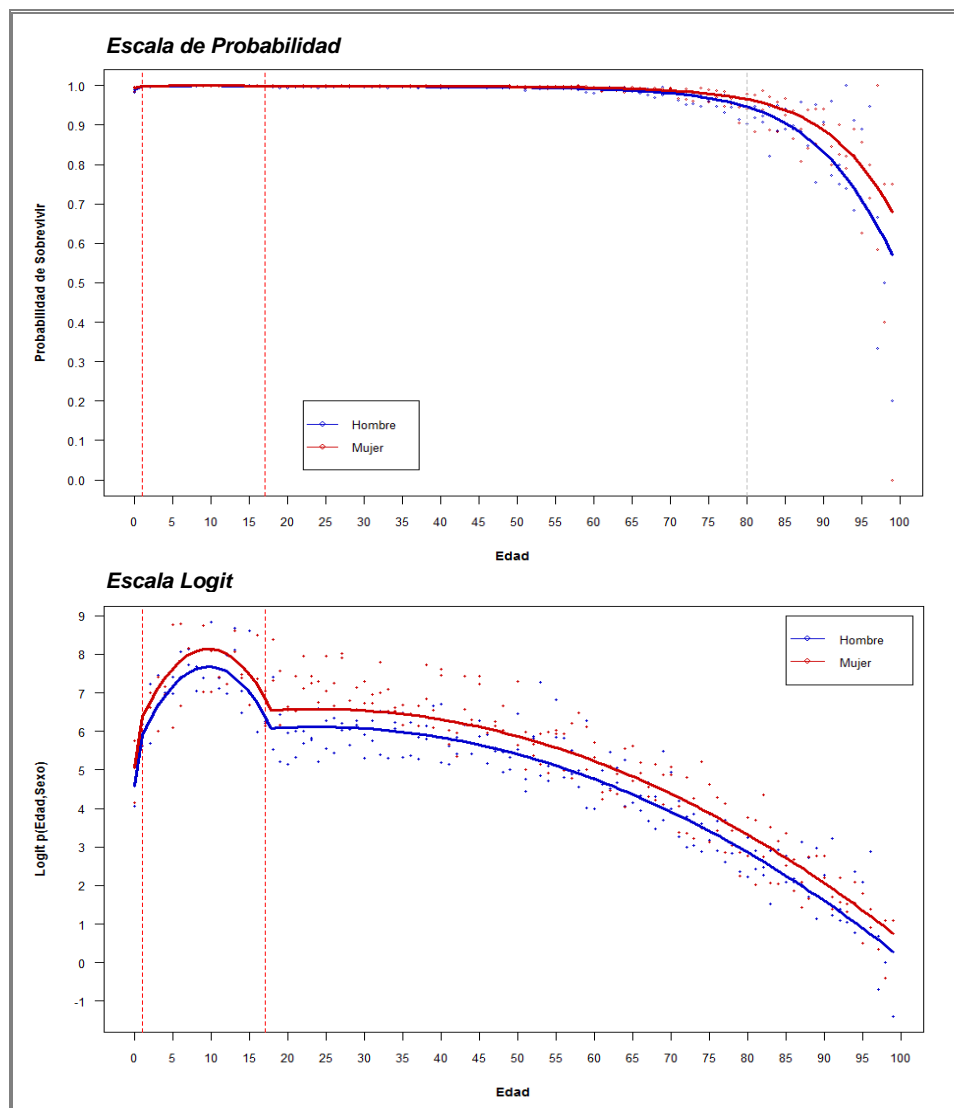
$$P(Y = 1 | Edad, Sexo) = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) + \beta_7*Sexo \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.5895	0.0845	0.0000
$I_{1-16}$	3.0853	0.1433	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0166	0.0184	0.3661
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0235	0.0034	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.2525	0.0892	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0335	0.0018	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0001	0.0000
Factor Sexo = Mujer	0.4643	0.0442	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el **Cuadro 14** se grafica la *Edad* evaluada en el modelo descrito en el párrafo anterior en escala de probabilidad y logit, segregado por Hombres y Mujeres, representados por la línea azul y roja respectivamente; teniendo que en el primer gráfico se observa que conforme aumenta la edad, la probabilidad de sobrevivir de los hombres disminuye respecto a la de las mujeres siendo más evidente la separación de las curvas a partir de los 80 años aproximadamente, hecho que supone que la supervivencia de las mujeres es mayor, lo cual se corrobora en la segunda parte del cuadro donde se visualiza que la línea de supervivencia de las mujeres supera a la de los hombres en todo el rango de edad.

**Cuadro 14. Gráficos del Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo**



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Los Odd Ratio (OR) obtenidos para el presente modelo de regresión logística se muestran en el **Cuadro 15** con el propósito de comparar las probabilidades de que la supervivencia de un grupo específico versus la probabilidad de que ésta se de en otro grupo. Los OR para la variable *Edad* se presentan divididos en los subgrupos de 1 a 16 años, y 17 años o más, los mismos que se encuentran expresados en función de la edad del individuo.

**Cuadro 15. Odds Ratio del Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo**

Variables	Odd Ratio (OR)	Interpretación
<i>Edad = 1 a 16</i>	$e^{-0.0166 - [0.0235 * (2 * Edad_{1a16-19})]}$	Las personas de 1 año tienen 1.46 veces más posibilidades de sobrevivir que aquellas de 2 años, la cual disminuye a 1.40 con relación a las personas de 3 años, decrecimiento que se mantiene con todos los elementos del rango.
<i>Edad ≥17</i>	$e^{-0.0335 - [0.0010 * (2 * Edad_{\geq 17-79})]}$	Las personas de 17 años tienen 1.01 veces más posibilidades de sobrevivir que las de 18, existiendo una diferencia poco significativa con el extremo superior del rango en el que las personas de 98 años tienen 0.85 veces más posibilidades de sobrevivir que las de 99 años.
<i>Sexo = Mujer</i>	1.5909	Las mujeres tienen 1.59 veces más posibilidades de sobrevivir que los hombres.

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.3.2. MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y ÁREA

El *Área de Residencia* es otra de las características sociodemográficas incluidas en el modelo de regresión inicialmente planteado con la finalidad de determinar si ésta tiene incidencia en la supervivencia de los individuos del Oriente del Ecuador que residen tanto para el área rural como urbana, siendo esta última la categoría de referencia en el modelo.

En el **Cuadro 16** se muestran los valores estimados de los coeficientes del modelo que incluye la variable *Área*, en el que se evidencia que vivir en el área rural incrementa la probabilidad de supervivencia mientras que el tener 17 años o más la disminuye; por otra parte, analizando el valor *p* de los coeficientes se tiene al



igual que en los casos anteriores, todos son significativos a excepción beta que acompaña al término simple del modelo establecido para la variable indicadora de 1 a 16 años.

**Cuadro 16. Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Área**

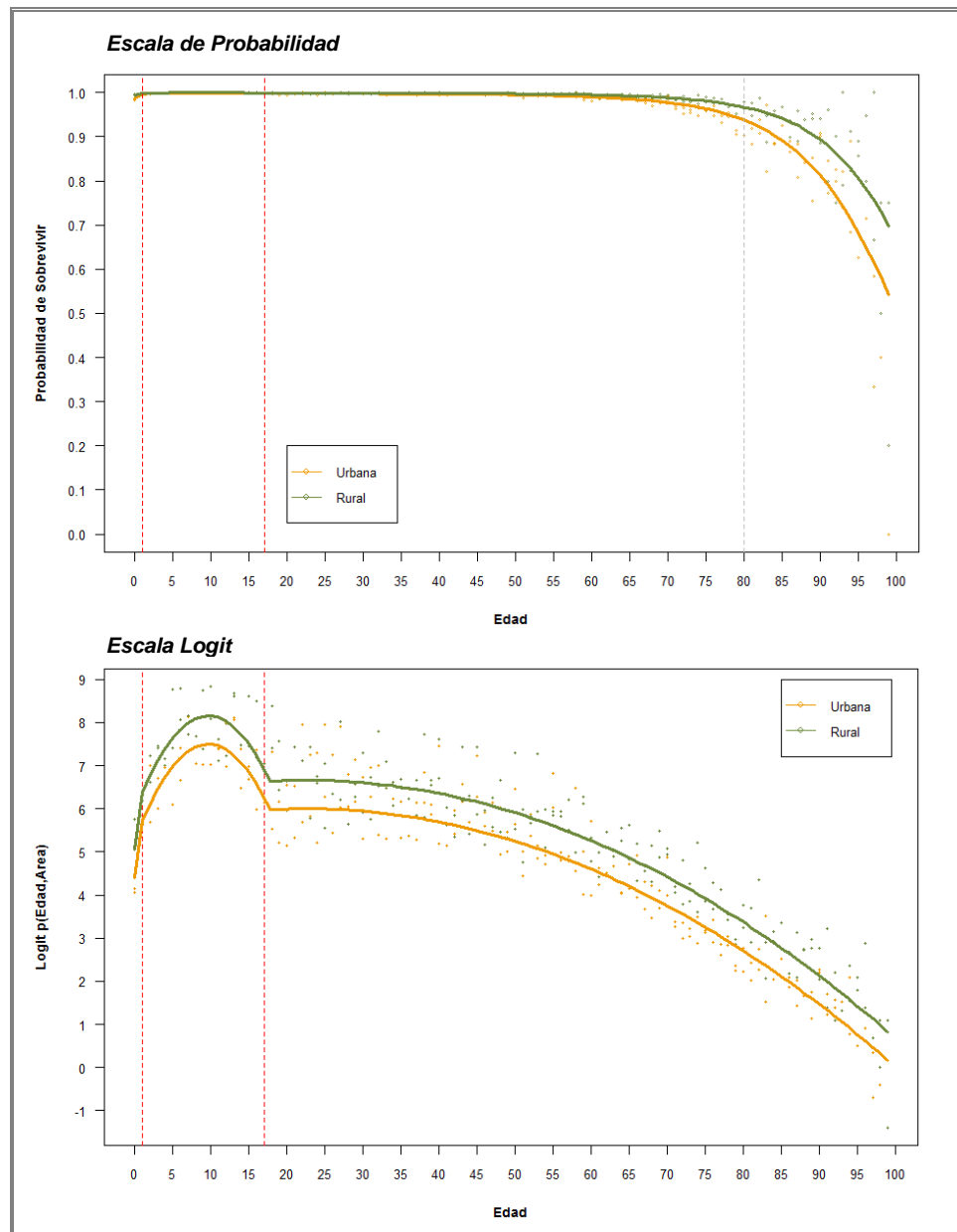
$$P(Y = 1 | Edad, Área) = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) + \beta_7*Área \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.3885	0.0860	0.0000
$I_{1-16}$	3.1078	0.1433	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0135	0.0184	0.4634
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0233	0.0034	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.3076	0.0893	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0348	0.0019	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0001	0.0000
Factor Área = Rural	0.6608	0.0431	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
 Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Los gráficos en escala de probabilidad y logit de la edad evaluada en el modelo se muestran en **Cuadro 17** en los cuales se observan de manera simultánea las curvas para el área urbana y rural representadas por los colores naranja y verde respectivamente, pudiéndose visualizar en el primer gráfico que en el rango de cero a 70 años no se evidencia mayor diferencia entre cada una de las curvas, la cual se hace más notoria a partir de los 80 años, donde prevalece el área rural al área urbana; lo cual se corrobora en el gráfico en escala logit.

Cuadro 17. Gráficos del Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Área



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
 Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el **Cuadro 18** se describen los Odd Ratio para el modelo de regresión logística en el cual se incluyó la variable *Área de Residencia*, teniendo que los OR correspondientes a los intervalos de 1 a 16 años y de 17 años o más, al igual que en el caso anterior, quedan expresados en función de la edad del individuo.

**Cuadro 18. Odds Ratio del Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Área**

Variabes	Odd Ratio (OR)	Interpretación
<i>Edad = 1 a 16</i>	$e^{-0.0135 - [0.0233 * (2 * Edad_{1a16-19})]}$	Las personas de 1 año tienen 1.47 veces más posibilidades de sobrevivir que aquellas de 2 años, la cual disminuye a 1.40 con relación a las personas de 3 años, decrecimiento que se mantiene con todos los elementos del rango.
<i>Edad ≥17</i>	$e^{-0.0348 - [0.0010 * (2 * Edad_{≥17-79})]}$	Las personas de 17 años tienen 1.01 veces más posibilidades de sobrevivir que las de 18, existiendo una diferencia poco significativa con el extremo superior del rango en el que las personas de 98 años tienen 0.86 veces más posibilidades de sobrevivir que las de 99 años.
<i>Área = Rural</i>	1.9363	Las personas que residen en el área rural tienen 1.94 veces más posibilidades de sobrevivir que aquellas que residen en el área urbana.

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.3.3. MODELO LOGÍSTICO: EDAD, SEXO Y ÁREA

Previamente se ha demostrado que las variables sociodemográficas *Sexo* y *Área de residencia* de manera individual, inciden en la supervivencia de los habitantes de la región Amazónica. En esta sección se analiza el efecto de estas dos variables en conjunto para lo cual se realiza el planteamiento de dos modelos de regresión, uno aditivo (*Sexo + Área*); y, con interacción de variables (*Sexo + Área + Sexo ~ Área*).

En el **Cuadro 19** se presentan los resultados del modelo de regresión aditivo, en el cual se mantiene como categorías de referencia el ser hombre para la variable *Sexo* y el vivir en el área urbana para *Área de Residencia*; observando que conforme el valor *p* obtenido todas las variables son significativas para el modelo, manteniéndose la particularidad del beta correspondiente al término simple del modelo de variable indicadora de 1 a 16 años cuyo valor *p* es 0.4690.

**Cuadro 19. Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo + Área**

$$\text{Modelo Aditivo} = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(\text{Edad}-10) + \beta_3*(\text{Edad}-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(\text{Edad}-40) + \beta_6*(\text{Edad}-40)^2) + \beta_7*\text{Sexo} + \beta_8*\text{Área} \right)}}$$

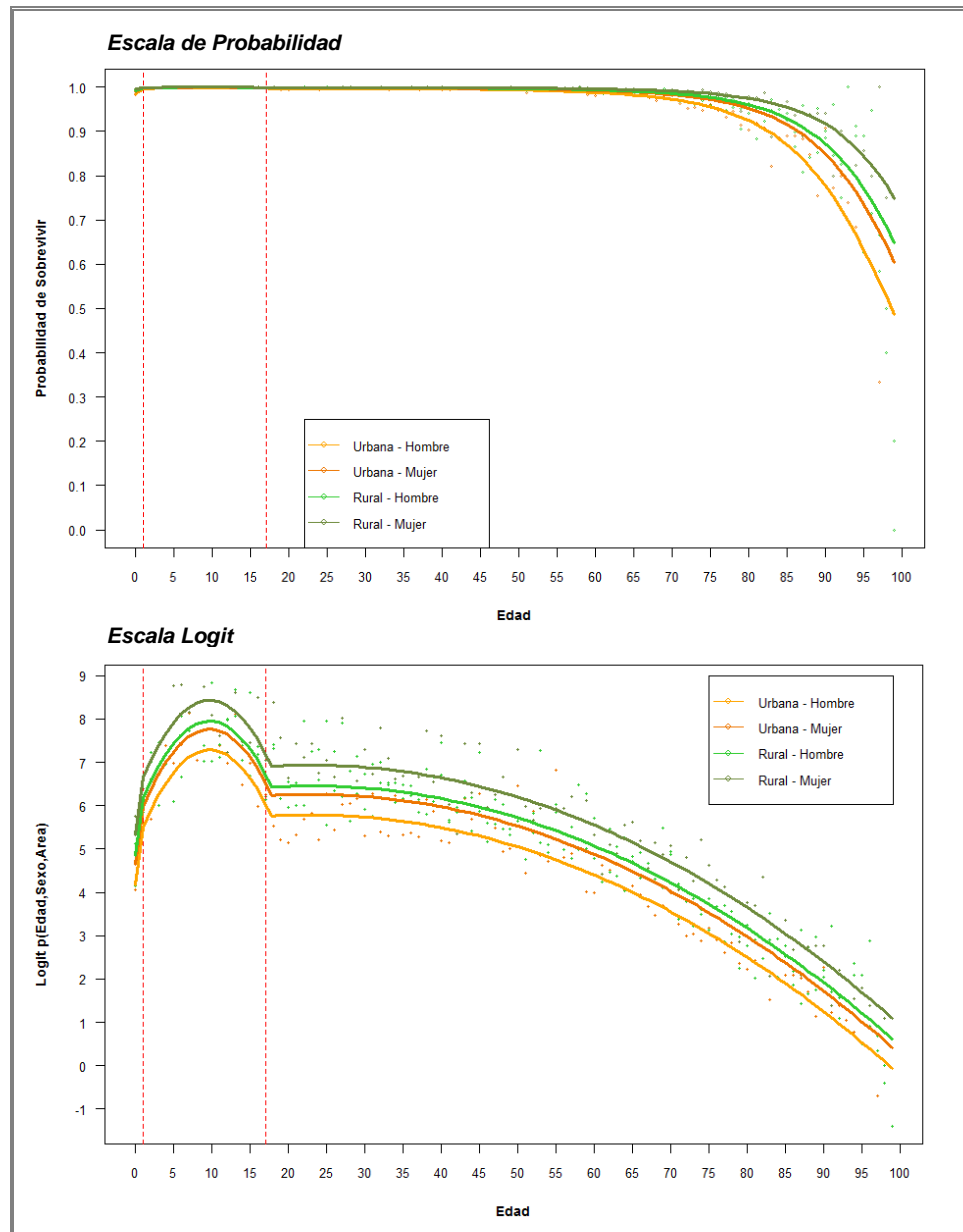
Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.1773	0.0876	0.0000
$I_{1-16}$	3.1062	0.1433	0.0000
$I_{1-16} * (\text{Edad} - 10)$	-0.0133	0.0184	0.4690
$I_{1-16} * (\text{Edad} - 10)^2$	-0.0233	0.0034	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.3165	0.0893	0.0000
$I_{\geq 17} * (\text{Edad} - 40)$	-0.0344	0.0019	0.0000
$I_{\geq 17} * (\text{Edad} - 40)^2$	-0.0010	0.0001	0.0000
<i>Sexo = Mujer</i>	0.4779	0.0443	0.0000
<i>Área = Rural</i>	0.6701	0.0431	0.0000

**Fuente:** INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
**Elaborado por:** Silvana Batallas Cueva

Los gráficos para el modelo aditivo, tanto en escala de probabilidad como escala logit se presentan en el **Cuadro 20**, donde se muestran cuatro curvas de manera simultánea, las cuales representan cada una de las combinaciones de las categorías de las variables *Sexo* y *Área de Residencia*, teniendo así: Urbana Hombre, Urbana Mujer, Rural Hombre, Rural Mujer.

En ambas ilustraciones se evidencia que la supervivencia de los habitantes del área rural prevalece a los del área urbana, notando además que la curva correspondiente a mujer rural está por encima de la de hombre rural, comportamiento que se repite para las mujeres y hombres del área urbana.

Cuadro 20. Gráficos del Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo + Área



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
 Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el **Cuadro 21** se tienen los OR correspondientes al modelo de regresión: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo + Área, mediante los cuales se ratifica que las mujeres tienen mayor posibilidad de sobrevivir que los hombres, al igual que los residentes del área rural sobre los del área urbana.

**Cuadro 21. Odd Ratio del Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo + Área**

Variables	Odd Ratio (OR)	Interpretación
<i>Edad = 1 a 16</i>	$e^{-0.0133-0.0233*(2*Edad_{1a16}-19)}$	Las personas de 1 año tienen 1.50 veces más posibilidades de sobrevivir que aquellas de 2 años, la cual disminuye a 1.46 con relación a las personas de 3 años, decrecimiento que se mantiene con todos los elementos del rango.
<i>Edad ≥ 17</i>	$e^{-0.0344-0.0010*(2*Edad_{\geq 17}-79)}$	Las personas de 17 años tienen 1.03 veces más posibilidades de sobrevivir que las de 18, existiendo una diferencia poco significativa con el extremo superior del rango en el que las personas de 98 años tienen 0.95 veces más posibilidades de sobrevivir que las de 99 años.
<i>Sexo = Mujer</i>	1.6127	Las mujeres tienen 1.61 veces más posibilidades de sobrevivir que los hombres.
<i>Área = Rural</i>	1.9544	Las personas que residen en el área rural tienen 1.95 veces más posibilidades de sobrevivir que aquellas que residen en el área urbana.

**Fuente:** INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
**Elaborado por:** Silvana Batallas Cueva

Luego de haber comprobado que las variables *Sexo* y *Área de Residencia* inciden en la supervivencia de la población mediante el análisis del modelo aditivo, se plantea un último modelo con interacción de las variables antes mencionadas, con la finalidad de comprobar el efecto que tiene una variable sobre la otra, cuyos resultados se muestran en el **Cuadro 22**, donde se observa que el ser mujer y vivir en el área rural tiene un efecto positivo en el modelo de supervivencia, pero el término correspondiente a la interacción entre las variables no resulta significativo para el mismo de acuerdo a su valor *p* con cuatro decimales de precisión.

**Cuadro 22. Modelo Logístico: Estado de Supervivencia vs. Edad + Sexo + Área + Sexo~Área**

$$\text{Modelo Interacción} = \frac{1}{1 + e^{-\left( I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(\text{Edad}-10) + \beta_3*(\text{Edad}-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(\text{Edad}-40) + \beta_6*(\text{Edad}-40)^2) + \beta_7*\text{Sexo} + \beta_8*\text{Área} + \beta_9*\text{Sexo}*\text{Área} \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ( $\hat{\beta}$ )	Error Estándar ( $\hat{\beta}$ )	Valor P (Wald)
$I_0$	4.1834	0.0889	0.0000
$I_{1-16}$	3.1063	0.1433	0.0000
$I_{1-16} * (\text{Edad} - 10)$	-0.0133	0.0184	0.4695
$I_{1-16} * (\text{Edad} - 10)^2$	-0.0233	0.0034	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.3169	0.0893	0.0000
$I_{\geq 17} * (\text{Edad} - 40)$	-0.0344	0.0019	0.0000
$I_{\geq 17} * (\text{Edad} - 40)^2$	-0.0010	0.0001	0.0000
Sexo = Mujer	0.4612	0.0593	0.0000
Área = Rural	0.6562	0.0542	0.0000
Sexo * Área	0.0377	0.0892	0.6724

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.4. TABLAS DE MORTALIDAD

El estudio de los modelos de regresión logística previamente analizados determinó que la probabilidad de supervivencia de los habitantes del Oriente del Ecuador se ve afectada por las variables sociodemográficas Sexo y Área de Residencia, para cada una de las cuales se construyeron las Tablas de mortalidad correspondientes con el objetivo de calcular la probabilidad de muerte y esperanza de vida por cada una de estas características.

La construcción de las tablas de mortalidad se efectuó en base al modelo actuarial clásico cuyo procedimiento se encuentra descrito en el numeral 2.2.4 del presente documento, teniendo en primera instancia una tabla general para los habitantes de la Región Oriental, y posteriormente una para cada sexo: hombre y mujer; una para cada área de residencia: urbana y rural; y finalmente una para hombre urbano, mujer urbana, hombre rural y mujer rural.

Cuadro 23. Tabla de Mortalidad para la Región Oriental, Ecuador 2010 - General

Edad	q <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0.0012	100000	117	99944	7811485	78.1149
1	0.0023	99883	231	99768	7711541	77.2057
2	0.0014	99652	138	99583	7611773	76.3835
3	0.0010	99514	99	99464	7512190	75.4888
4	0.0008	99415	82	99374	7412726	74.5635
5	0.0008	99333	77	99294	7313352	73.6246
6	0.0005	99256	46	99233	7214058	72.6813
7	0.0003	99210	34	99193	7114825	71.7148
8	0.0003	99176	30	99161	7015632	70.7392
9	0.0004	99146	41	99126	6916471	69.7605
10	0.0003	99105	29	99090	6817345	68.7891
11	0.0006	99076	64	99044	6718255	67.8091
12	0.0006	99012	56	98984	6619211	66.8526
13	0.0002	98956	22	98945	6520227	65.8902
14	0.0009	98934	85	98892	6421282	64.9047
15	0.0006	98849	63	98818	6322390	63.9601
16	0.0009	98786	90	98741	6223572	63.0005
17	0.0017	98696	167	98612	6124831	62.0575
18	0.0012	98529	115	98472	6026219	61.1619
19	0.0022	98414	218	98305	5927747	60.2328
20	0.0026	98196	257	98068	5829442	59.3654
21	0.0022	97939	216	97831	5731374	58.5198
22	0.0017	97723	169	97638	5633543	57.6481
23	0.0019	97554	182	97463	5535905	56.7471
24	0.0020	97372	194	97275	5438442	55.8522
25	0.0018	97178	178	97089	5341167	54.9627
26	0.0019	97000	187	96906	5244078	54.0627
27	0.0013	96813	123	96752	5147172	53.1661
28	0.0018	96690	173	96604	5050420	52.2331
29	0.0016	96517	150	96442	4953816	51.3258
30	0.0023	96367	222	96256	4857374	50.4050
31	0.0019	96145	179	96056	4761118	49.5202
32	0.0017	95966	164	95884	4665062	48.6116
33	0.0021	95802	199	95702	4569178	47.6940
34	0.0018	95603	171	95518	4473476	46.7922
35	0.0023	95432	217	95324	4377958	45.8752
36	0.0020	95215	186	95122	4282634	44.9786
37	0.0027	95029	259	94900	4187512	44.0656
38	0.0017	94770	165	94688	4092612	43.1847
39	0.0019	94605	178	94516	3997924	42.2591
40	0.0019	94427	176	94339	3903408	41.3378
41	0.0038	94251	356	94073	3809069	40.4141
42	0.0036	93895	340	93725	3714996	39.5654
43	0.0015	93555	144	93483	3621271	38.7074
44	0.0030	93411	281	93270	3527788	37.7663
45	0.0016	93130	150	93055	3434518	36.8788
46	0.0038	92980	352	92804	3341463	35.9374
47	0.0030	92628	281	92488	3248659	35.0721
48	0.0038	92347	347	92174	3156171	34.1773
49	0.0038	92000	352	91824	3063997	33.3043
50	0.0025	91648	228	91534	2972173	32.4303
51	0.0073	91420	666	91087	2880639	31.5099
52	0.0034	90754	307	90600	2789552	30.7375
53	0.0038	90447	344	90275	2698952	29.8401
54	0.0059	90103	533	89836	2608677	28.9522
55	0.0023	89570	210	89465	2518841	28.1215
56	0.0046	89360	412	89154	2429376	27.1864
57	0.0050	88948	448	88724	2340222	26.3100
58	0.0046	88500	409	88296	2251498	25.4407
59	0.0061	88091	540	87821	2163202	24.5564
60	0.0086	87551	749	87176	2075381	23.7048
61	0.0101	86802	879	86362	1988205	22.9051
62	0.0074	85923	632	85607	1901843	22.1343
63	0.0083	85291	706	84938	1816236	21.2946
64	0.0091	84585	770	84200	1731298	20.4681
65	0.0082	83815	688	83471	1647098	19.6516
66	0.0110	83127	913	82670	1563627	18.8101
67	0.0134	82214	1099	81664	1480957	18.0134
68	0.0141	81115	1145	80542	1399293	17.2507
69	0.0108	79970	868	79536	1318751	16.4906
70	0.0090	79102	709	78748	1239215	15.6660
71	0.0228	78393	1784	77501	1160467	14.8032
72	0.0255	76609	1956	75631	1082966	14.1363
73	0.0267	74653	1996	73655	1007335	13.4936
74	0.0258	72657	1873	71720	933680	12.8505
75	0.0238	70784	1688	69940	861960	12.1773
76	0.0284	69096	1961	68116	792020	11.4626
77	0.0356	67135	2389	65940	723904	10.7828
78	0.0377	64746	2439	63526	657964	10.1622
79	0.0653	62307	4069	60272	594438	9.5405
80	0.0476	58238	2770	56853	534166	9.1721
81	0.0619	55468	3435	53750	477313	8.6052
82	0.0595	52033	3098	50484	423563	8.1403
83	0.0829	48935	4059	46906	373079	7.6240
84	0.0749	44876	3360	43196	326173	7.2683
85	0.0657	41516	2726	40153	282977	6.8161
86	0.0992	38790	3849	36866	242824	6.2600
87	0.1093	34941	3819	33032	205958	5.8945
88	0.1041	31122	3239	29502	172926	5.5564
89	0.1207	27883	3365	26200	143424	5.1438
90	0.0867	24518	2127	23454	117224	4.7811
91	0.1512	22391	3385	20698	93770	4.1878
92	0.1828	19006	3474	17269	73072	3.8447
93	0.1613	15532	2505	14280	55803	3.5928
94	0.1688	13027	2199	11928	41523	3.1875
95	0.1935	10828	2096	9780	29595	2.7332
96	0.1724	8732	1506	7979	19815	2.2692
97	0.4194	7226	3030	5711	11836	1.6380
98	0.3600	4196	1511	3440	6125	1.4597
99	1.0000	2685	2685	2685	2685	1.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva



Cuadro 24. Tabla de Mortalidad para la Región Oriental, Ecuador 2010 – Sexo: Hombre

Edad	q <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0.0014	100000	136	99936	7583261	75.8326
1	0.0026	99864	255	99736	7483325	74.9352
2	0.0016	99609	157	99530	7383589	74.1257
3	0.0008	99452	78	99413	7284059	73.2420
4	0.0008	99374	80	99334	7184646	72.2991
5	0.0007	99294	71	99258	7085312	71.3569
6	0.0004	99223	41	99202	6986054	70.4076
7	0.0004	99182	39	99162	6886852	69.4365
8	0.0006	99143	59	99114	6787690	68.4636
9	0.0004	99084	41	99064	6688576	67.5041
10	0.0001	99043	10	99038	6589512	66.5318
11	0.0007	99033	74	98996	6490474	65.5385
12	0.0006	98959	54	98932	6391478	64.5871
13	0.0002	98905	21	98894	6292546	63.6221
14	0.0011	98884	110	98829	6193652	62.6355
15	0.0005	98774	45	98752	6094823	61.7047
16	0.0014	98729	141	98658	5996071	60.7326
17	0.0020	98588	195	98490	5897413	59.8188
18	0.0019	98393	183	98302	5798923	58.9363
19	0.0031	98210	308	98056	5700621	58.0452
20	0.0038	97902	374	97715	5602565	57.2263
21	0.0034	97528	333	97362	5504850	56.4438
22	0.0028	97195	275	97058	5407488	55.6355
23	0.0030	96920	293	96774	5310430	54.7919
24	0.0030	96627	295	96480	5213656	53.9565
25	0.0030	96332	291	96186	5117176	53.1202
26	0.0029	96041	274	95904	5020990	52.2797
27	0.0022	95767	209	95662	4925086	51.4278
28	0.0030	95558	288	95414	4829424	50.5392
29	0.0020	95270	189	95176	4734010	49.6905
30	0.0036	95081	343	94910	4638834	48.7882
31	0.0026	94738	245	94616	4543924	47.9631
32	0.0027	94493	259	94364	4449308	47.0861
33	0.0030	94234	283	94092	4354944	46.2141
34	0.0021	93951	202	93850	4260852	45.3519
35	0.0029	93749	274	93612	4167002	44.4485
36	0.0031	93475	290	93330	4073390	43.5773
37	0.0038	93185	355	93008	3980060	42.7114
38	0.0027	92830	247	92706	3887052	41.8728
39	0.0019	92583	180	92493	3794346	40.9832
40	0.0030	92403	280	92263	3701853	40.0620
41	0.0046	92123	422	91912	3609590	39.1823
42	0.0036	91701	326	91538	3517678	38.3603
43	0.0021	91375	190	91280	3426140	37.4954
44	0.0040	91185	361	91004	3334860	36.5725
45	0.0024	90824	219	90714	3243856	35.7158
46	0.0044	90605	398	90406	3153142	34.8010
47	0.0039	90207	353	90030	3062736	33.9523
48	0.0054	89854	489	89610	2972706	33.0837
49	0.0056	89365	498	89116	2883096	32.2620
50	0.0030	88867	263	88736	2793980	31.4400
51	0.0098	88604	870	88169	2705244	30.5318
52	0.0029	87734	255	87606	2617075	29.8297
53	0.0036	87479	318	87320	2529469	28.9152
54	0.0072	87161	628	86847	2442149	28.0188
55	0.0022	86533	189	86438	2355302	27.2185
56	0.0049	86344	426	86131	2268864	26.2770
57	0.0054	85918	462	85687	2182733	25.4048
58	0.0081	85456	694	85109	2097046	24.5395
59	0.0080	84762	676	84424	2011937	23.7363
60	0.0121	84086	1020	83576	1927513	22.9231
61	0.0078	83066	651	82740	1843937	22.1985
62	0.0067	82415	549	82140	1761197	21.3699
63	0.0074	81866	606	81563	1679057	20.5098
64	0.0094	81260	760	80880	1597494	19.6590
65	0.0105	80500	848	80076	1516614	18.8399
66	0.0151	79652	1200	79052	1436538	18.0352
67	0.0150	78452	1180	77862	1357486	17.3034
68	0.0190	77272	1472	76536	1279624	16.5600
69	0.0109	75800	826	75387	1203088	15.8719
70	0.0108	74974	807	74570	1127701	15.0412
71	0.0223	74167	1652	73341	1053131	14.1995
72	0.0314	72515	2278	71376	979790	13.5115
73	0.0298	70237	2094	69190	908414	12.9336
74	0.0356	68143	2423	66932	839224	12.3156
75	0.0269	65720	1771	64834	772292	11.7512
76	0.0341	63949	2179	62860	707458	11.0628
77	0.0406	61770	2508	60516	644598	10.4355
78	0.0382	59262	2263	58130	584082	9.8559
79	0.0619	56999	3526	55236	525952	9.2274
80	0.0579	53473	3096	51925	470716	8.8029
81	0.0623	50377	3137	48808	418791	8.3131
82	0.0842	47240	3976	45252	369983	7.8320
83	0.0941	43264	4069	41230	324731	7.5058
84	0.0761	39195	2984	37703	283501	7.2331
85	0.0813	36211	2945	34738	245798	6.7879
86	0.1061	33266	3528	31502	211060	6.3446
87	0.0763	29738	2270	28603	179558	6.0380
88	0.1046	27468	2872	26032	150955	5.4957
89	0.1321	24596	3249	22972	124923	5.0790
90	0.1026	21347	2189	20252	101951	4.7759
91	0.1250	19158	2395	17960	81699	4.2645
92	0.2200	16763	3688	14919	63739	3.8024
93	0.1304	13075	1705	12222	48820	3.7338
94	0.1905	11370	2166	10287	36598	3.2188
95	0.1200	9204	1104	8652	26311	2.8586
96	0.1176	8100	953	7624	17659	2.1801
97	0.5333	7147	3812	5241	10035	1.4041
98	0.3750	3335	1251	2710	4794	1.4375
99	1.0000	2084	2084	2084	2084	1.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Cuadro 25. Tabla de Mortalidad para la Región Oriental, Ecuador 2010 – Sexo: Mujer

Edad	q <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0.0010	100000	100	99952	8075539	80.7554
1	0.0021	99900	205	99798	7975587	79.8357
2	0.0012	99695	119	99636	7875789	78.9988
3	0.0012	99576	122	99515	7776153	78.0926
4	0.0008	99454	83	99412	7676638	77.1878
5	0.0008	99371	83	99330	7577226	76.2519
6	0.0005	99288	51	99262	7477896	75.3152
7	0.0003	99237	29	99222	7378634	74.3537
8	0.0000	99208	0	99208	7279412	73.3753
9	0.0004	99208	41	99188	7180204	72.3753
10	0.0005	99167	50	99142	7081016	71.4050
11	0.0005	99117	53	99090	6981874	70.4407
12	0.0006	99064	58	99035	6882784	69.4782
13	0.0002	99006	23	98994	6783749	68.5186
14	0.0006	98983	58	98954	6684755	67.5344
15	0.0008	98925	82	98884	6585801	66.5737
16	0.0004	98843	37	98824	6486917	65.6285
17	0.0014	98806	138	98737	6388093	64.6529
18	0.0004	98668	40	98648	6289356	63.7426
19	0.0012	98628	118	98569	6190708	62.7683
20	0.0013	98510	133	98444	6092139	61.8428
21	0.0010	98377	97	98328	5993695	60.9258
22	0.0006	98280	60	98250	5895367	59.9854
23	0.0006	98220	63	98188	5797117	59.0218
24	0.0009	98157	93	98110	5698929	58.0593
25	0.0006	98064	63	98032	5600819	57.1139
26	0.0010	98001	99	97952	5502787	56.1503
27	0.0003	97902	34	97885	5404835	55.2066
28	0.0005	97868	51	97842	5306950	54.2256
29	0.0011	97817	109	97762	5209108	53.2536
30	0.0009	97708	89	97664	5111346	52.3125
31	0.0011	97619	105	97566	5013682	51.3597
32	0.0006	97514	63	97482	4916116	50.4145
33	0.0011	97451	108	97397	4818634	49.4467
34	0.0014	97343	137	97274	4721237	48.5010
35	0.0016	97206	157	97128	4623963	47.5687
36	0.0007	97049	69	97014	4526835	46.6448
37	0.0017	96980	161	96900	4429821	45.6777
38	0.0007	96819	70	96784	4332921	44.7528
39	0.0018	96749	175	96662	4236137	43.7848
40	0.0005	96574	52	96548	4139475	42.8632
41	0.0029	96522	278	96383	4042927	41.8861
42	0.0037	96244	356	96066	3946544	41.0056
43	0.0010	95888	93	95842	3850478	40.1560
44	0.0019	95795	184	95703	3754636	39.1945
45	0.0006	95611	62	95580	3658933	38.2690
46	0.0031	95549	294	95402	3563353	37.2935
47	0.0020	95255	195	95158	3467951	36.4070
48	0.0018	95060	168	94976	3372793	35.4807
49	0.0019	94892	181	94802	3277817	34.5426
50	0.0019	94711	182	94620	3183015	33.6077
51	0.0043	94529	407	94326	3088395	32.6714
52	0.0040	94122	373	93936	2994069	31.8105
53	0.0040	93749	377	93560	2900133	30.9351
54	0.0045	93372	419	93162	2806573	30.0580
55	0.0025	92953	236	92835	2713411	29.1912
56	0.0042	92717	393	92520	2620576	28.2642
57	0.0046	92324	428	92110	2528056	27.3824
58	0.0006	91896	57	91868	2435946	26.5076
59	0.0040	91839	365	91656	2344078	25.5238
60	0.0043	91474	389	91280	2252422	24.6236
61	0.0129	91085	1173	90498	2161142	23.7267
62	0.0081	89912	729	89548	2070644	23.0297
63	0.0093	89183	828	88769	1981096	22.2138
64	0.0088	88355	778	87966	1892327	21.4173
65	0.0055	87577	477	87338	1804361	20.6031
66	0.0062	87100	540	86830	1717023	19.7132
67	0.0115	86560	992	86064	1630193	18.8331
68	0.0090	85568	769	85184	1544129	18.0456
69	0.0108	84799	915	84342	1458945	17.2047
70	0.0067	83884	563	83602	1374603	16.3870
71	0.0234	83321	1951	82346	1291001	15.4943
72	0.0181	81370	1475	80632	1208655	14.8538
73	0.0231	79895	1845	78972	1128023	14.1188
74	0.0149	78050	1161	77470	1049051	13.4408
75	0.0207	76889	1594	76092	971581	12.6362
76	0.0209	75295	1577	74506	895489	11.8931
77	0.0298	73718	2195	72620	820983	11.1368
78	0.0371	71523	2656	70195	748363	10.4632
79	0.0698	68867	4805	66464	678168	9.8475
80	0.0369	64062	2362	62881	611704	9.5486
81	0.0616	61700	3800	59800	548823	8.8950
82	0.0328	57900	1902	56949	489023	8.4460
83	0.0727	55998	4073	53962	432074	7.7159
84	0.0737	51925	3829	50010	378112	7.2819
85	0.0481	48096	2315	46938	328102	6.8218
86	0.0923	45781	4226	43668	281164	6.1415
87	0.1466	41555	6090	38510	237496	5.7152
88	0.1034	35465	3669	33630	198986	5.6108
89	0.1029	31796	3273	30160	165356	5.2005
90	0.0763	28523	2175	27436	135196	4.7399
91	0.1842	26348	4854	23921	107760	4.0899
92	0.1395	21494	2999	19994	83839	3.9006
93	0.1915	18495	3542	16724	63845	3.4520
94	0.1429	14953	2136	13885	47121	3.1513
95	0.2432	12817	3118	11258	33236	2.5931
96	0.2500	9699	2425	8486	21978	2.2660
97	0.3125	7274	2273	6138	13492	1.8548
98	0.3529	5001	1765	4118	7354	1.4705
99	1.0000	3236	3236	3236	3236	1.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Cuadro 26. Tabla de Mortalidad para la Región Oriental, Ecuador 2010 – Área: Urbana

Edad	q <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0.0008	100000	82	99961	7393584	73.9358
1	0.0032	99918	325	99756	7293623	72.9961
2	0.0021	99593	212	99487	7193867	72.2327
3	0.0018	99381	183	99290	7094380	71.3857
4	0.0008	99198	78	99159	6995090	70.5164
5	0.0016	99120	155	99042	6895931	69.5715
6	0.0009	98965	93	98918	6796889	68.6797
7	0.0003	98872	29	98858	6697971	67.7439
8	0.0004	98843	44	98821	6599113	66.7636
9	0.0005	98799	45	98776	6500292	65.7931
10	0.0004	98754	43	98732	6401516	64.8229
11	0.0006	98711	61	98680	6302784	63.8509
12	0.0006	98650	63	98618	6204104	62.8901
13	0.0003	98587	30	98572	6105486	61.9299
14	0.0011	98557	107	98504	6006914	60.9486
15	0.0011	98450	107	98396	5908410	60.0143
16	0.0016	98343	155	98266	5810014	59.0791
17	0.0020	98188	200	98088	5711748	58.1715
18	0.0023	97988	226	97875	5613660	57.2893
19	0.0038	97762	372	97576	5515785	56.4205
20	0.0036	97390	350	97215	5418209	55.6341
21	0.0031	97040	297	96892	5320994	54.8330
22	0.0018	96743	174	96656	5224102	53.9998
23	0.0018	96569	174	96482	5127446	53.0962
24	0.0029	96395	279	96256	5030964	52.1911
25	0.0011	96116	105	96064	4934708	51.3412
26	0.0024	96011	233	95894	4838644	50.3968
27	0.0013	95778	128	95714	4742750	49.5182
28	0.0017	95650	164	95568	4647036	48.5838
29	0.0014	95486	136	95418	4551468	47.6663
30	0.0030	95350	287	95206	4456050	46.7336
31	0.0014	95063	133	94996	4360844	45.8732
32	0.0026	94930	248	94806	4265848	44.9368
33	0.0032	94682	301	94532	4171042	44.0532
34	0.0017	94381	162	94300	4076510	43.1921
35	0.0034	94219	323	94058	3982210	42.2655
36	0.0031	93896	291	93750	3888152	41.4091
37	0.0035	93605	331	93440	3794402	40.5363
38	0.0016	93274	149	93200	3700962	39.6784
39	0.0025	93125	235	93008	3607762	38.7411
40	0.0031	92890	287	92746	3514754	37.8378
41	0.0047	92603	431	92388	3422008	36.9535
42	0.0035	92172	324	92010	3329620	36.1240
43	0.0018	91848	161	91768	3237610	35.2497
44	0.0027	91687	248	91563	3145842	34.3107
45	0.0013	91439	122	91378	3054279	33.4024
46	0.0032	91317	290	91172	2962901	32.4463
47	0.0032	91027	288	90883	2871729	31.5481
48	0.0049	90739	442	90518	2780846	30.6466
49	0.0054	90297	487	90054	2690328	29.7942
50	0.0025	89810	224	89698	2600274	28.9531
51	0.0093	89586	835	89168	2510576	28.0242
52	0.0036	88751	322	88590	2421408	27.2832
53	0.0068	88429	604	88127	2332818	26.3807
54	0.0082	87825	716	87467	2244691	25.5587
55	0.0017	87109	149	87034	2157224	24.7647
56	0.0075	86960	651	86634	2070190	23.8062
57	0.0079	86309	678	85970	1983556	22.9820
58	0.0060	85631	515	85374	1897586	22.1600
59	0.0125	85116	1064	84584	1812212	21.2911
60	0.0116	84052	977	83564	1727628	20.5543
61	0.0119	83075	987	82582	1644064	19.7901
62	0.0111	82088	909	81634	1561482	19.0220
63	0.0107	81179	869	80744	1479848	18.2294
64	0.0171	80310	1376	79622	1399104	17.4213
65	0.0124	78934	979	78444	1319482	16.7163
66	0.0135	77955	1049	77430	1241038	15.9199
67	0.0193	76906	1488	76162	1163608	15.1303
68	0.0222	75418	1674	74581	1087446	14.4189
69	0.0204	73744	1503	72992	1012865	13.7349
70	0.0136	72241	982	71750	939873	13.0102
71	0.0346	71259	2467	70026	868123	12.1826
72	0.0415	68792	2855	67364	798097	11.6016
73	0.0426	65937	2809	64532	730733	11.0823
74	0.0414	63128	2613	61822	666201	10.5532
75	0.0408	60515	2467	59282	604379	9.9873
76	0.0422	58048	2448	56824	545097	9.3905
77	0.0615	55600	3422	53889	488273	8.7819
78	0.0505	52178	2634	50861	434384	8.3250
79	0.0902	49544	4469	47310	383523	7.7411
80	0.0776	45075	3500	43325	336213	7.4590
81	0.1000	41575	4158	39496	292888	7.0448
82	0.0776	37417	2902	35966	253392	6.7721
83	0.0877	34515	3028	33001	217426	6.2995
84	0.1156	31487	3640	29667	184425	5.8572
85	0.0949	27847	2644	26525	154758	5.5574
86	0.1200	25203	3024	23691	128233	5.0880
87	0.1518	22179	3366	20496	104542	4.7136
88	0.1557	18813	2930	17348	84046	4.4674
89	0.2025	15883	3217	14274	66698	4.1993
90	0.0968	12666	1226	12053	52424	4.1390
91	0.2000	11440	2288	10296	40371	3.5289
92	0.1887	9152	1727	8288	30075	3.2862
93	0.2157	7425	1601	6624	21787	2.9343
94	0.2162	5824	1259	5194	15163	2.6035
95	0.3043	4565	1389	3870	9969	2.1838
96	0.2414	3176	767	2792	6099	1.9203
97	0.5238	2409	1262	1778	3307	1.3728
98	0.4444	1147	510	892	1529	1.3330
99	1.0000	637	637	637	637	1.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

Cuadro 27. Tabla de Mortalidad para la Región Oriental, Ecuador 2010 – Área: Rural

Edad	q <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0.0043	100000	427	99801	8146471	81.4647
1	0.0019	99573	185	99480	8046670	80.8118
2	0.0010	99388	102	99337	7947190	79.9613
3	0.0006	99286	59	99256	7847853	79.0429
4	0.0008	99227	84	99185	7748597	78.0896
5	0.0004	99143	38	99124	7649412	77.1553
6	0.0002	99105	23	99094	7550288	76.1847
7	0.0004	99082	36	99064	7451194	75.2023
8	0.0002	99046	23	99034	7352130	74.2294
9	0.0004	99023	39	99004	7253096	73.2466
10	0.0002	98984	22	98973	7154092	72.2752
11	0.0007	98962	65	98930	7055119	71.2912
12	0.0005	98897	52	98871	6956189	70.3377
13	0.0002	98845	17	98836	6857318	69.3745
14	0.0007	98828	71	98792	6758482	68.3863
15	0.0004	98757	37	98738	6659690	67.4351
16	0.0005	98720	49	98696	6560952	66.4602
17	0.0015	98671	144	98599	6462256	65.4930
18	0.0004	98527	42	98506	6363657	64.5880
19	0.0011	98485	108	98431	6265151	63.6153
20	0.0020	98377	193	98280	6166720	62.6846
21	0.0016	98184	154	98107	6068440	61.8068
22	0.0017	98030	165	97948	5970333	60.9031
23	0.0019	97865	188	97771	5872385	60.0050
24	0.0013	97677	125	97614	5774614	59.1195
25	0.0024	97552	235	97434	5677000	58.1946
26	0.0015	97317	148	97243	5579566	57.3339
27	0.0012	97169	119	97110	5482323	56.4205
28	0.0019	97050	180	96960	5385213	55.4891
29	0.0017	96870	161	96790	5288253	54.5912
30	0.0017	96709	168	96625	5191463	53.6813
31	0.0022	96541	214	96434	5094838	52.7738
32	0.0010	96327	93	96280	4998404	51.8900
33	0.0012	96234	114	96177	4902124	50.9396
34	0.0019	96120	179	96030	4805947	49.9994
35	0.0014	95941	135	95874	4709917	49.0918
36	0.0010	95806	99	95756	4614043	48.1603
37	0.0021	95707	202	95606	4518287	47.2096
38	0.0018	95505	176	95417	4422681	46.3084
39	0.0014	95329	129	95264	4327264	45.3929
40	0.0009	95200	85	95158	4232000	44.4538
41	0.0030	95115	290	94970	4136842	43.4931
42	0.0037	94825	353	94648	4041872	42.6245
43	0.0014	94472	130	94407	3947224	41.7819
44	0.0032	94342	306	94189	3852817	40.8388
45	0.0018	94036	172	93950	3758628	39.9701
46	0.0043	93864	402	93663	3664678	39.0424
47	0.0029	93462	274	93325	3571015	38.2082
48	0.0029	93188	269	93054	3477690	37.3191
49	0.0026	92919	241	92798	3384636	36.4257
50	0.0025	92678	230	92563	3291838	35.5191
51	0.0058	92448	533	92182	3199275	34.6062
52	0.0032	91915	294	91768	3107093	33.8040
53	0.0016	91621	143	91550	3015325	32.9109
54	0.0044	91478	401	91278	2923775	31.9615
55	0.0028	91077	254	90950	2832497	31.1000
56	0.0028	90823	253	90696	2741547	30.1856
57	0.0031	90570	283	90428	2650851	29.2685
58	0.0037	90287	338	90118	2560423	28.3587
59	0.0020	89949	181	89858	2470305	27.4634
60	0.0067	89768	599	89468	2380447	26.5178
61	0.0090	89169	801	88768	2290979	25.6926
62	0.0051	88368	449	88144	2202211	24.9209
63	0.0068	87919	602	87618	2114067	24.0456
64	0.0046	87317	398	87118	2026449	23.2080
65	0.0060	86919	521	86658	1939331	22.3119
66	0.0096	86398	828	85984	1852673	21.4435
67	0.0099	85570	845	85148	1766689	20.6461
68	0.0096	84725	815	84318	1681541	19.8470
69	0.0058	83910	485	83668	1597223	19.0350
70	0.0067	83425	558	83146	1513555	18.1427
71	0.0158	82867	1309	82212	1430409	17.2615
72	0.0162	81558	1320	80898	1348197	16.5305
73	0.0178	80238	1426	79525	1267299	15.7942
74	0.0171	78812	1344	78140	1187774	15.0710
75	0.0155	77468	1197	76870	1109634	14.3238
76	0.0200	76271	1528	75507	1032764	13.5407
77	0.0201	74743	1506	73990	957257	12.8073
78	0.0296	73237	2171	72152	883267	12.0604
79	0.0507	71066	3602	69265	811115	11.4135
80	0.0303	67464	2044	66442	741850	10.9962
81	0.0383	65420	2509	64166	675408	10.3242
82	0.0460	62911	2895	61464	611242	9.7160
83	0.0797	60016	4782	57625	549778	9.1605
84	0.0456	55234	2521	53974	492153	8.9103
85	0.0462	52713	2436	51495	438179	8.3125
86	0.0803	50277	4037	48258	386684	7.6911
87	0.0741	46240	3425	44528	338426	7.3189
88	0.0612	42815	2621	41504	293898	6.8644
89	0.0526	40194	2115	39136	252394	6.2794
90	0.0777	38079	2958	36600	213258	5.6004
91	0.1176	35121	4132	33055	176658	5.0300
92	0.1750	30989	5423	28278	143603	4.6340
93	0.0952	25566	2435	24348	115325	4.5109
94	0.1250	23131	2891	21686	90977	3.9331
95	0.1282	20240	2595	18942	69291	3.4235
96	0.1034	17645	1825	16732	50349	2.8534
97	0.2000	15820	3164	14238	33617	2.1250
98	0.3125	12656	3955	10678	19379	1.5312
99	1.0000	8701	8701	8701	8701	1.0000

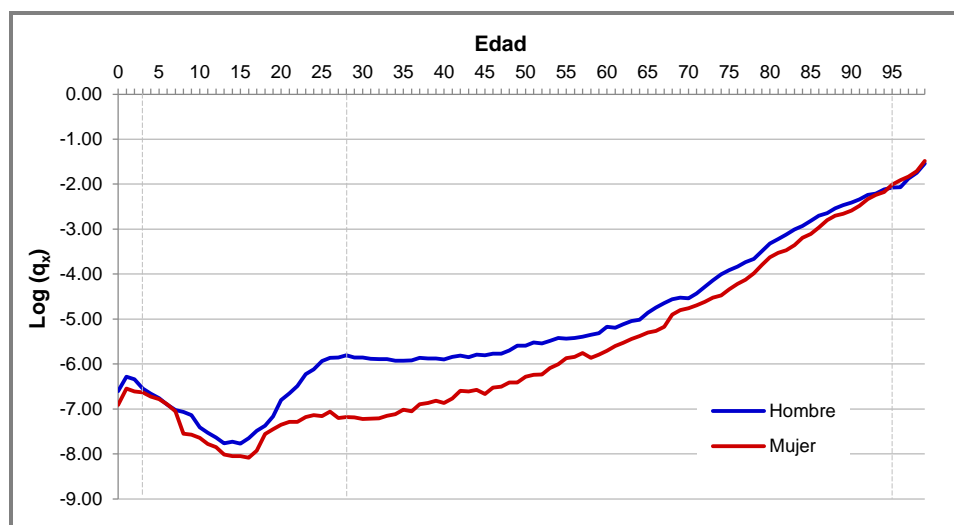
Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Diciembre 2010 a Noviembre 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.4.1. PROBABILIDAD DE MORIR

Uno de los elementos que conforman las tablas de mortalidad construidas para los ecuatorianos que residen en la región Oriental es la *probabilidad de morir* ( $q_x$ ) entre la edad  $x$  y  $x+1$  para cada una de las edades entre 0 y 99 años, cuyo gráfico se presenta para las variables *Sexo* y *Área de Residencia* una vez que se ha demostrado estadísticamente que estas características influyen en la supervivencia de los individuos, teniendo en consideración que las mismas fueron graficadas en escala logarítmica y usando un filtro de diez términos para visualizar de mejor manera la tendencia de los datos.

En el **Cuadro 28** se tiene el gráfico de la probabilidad de muerte por sexo, en el que se observa que esta es decreciente en el rango de 1 a 16 años, a partir de donde cambia su comportamiento volviéndose creciente hasta los 99 años de edad, notando además que la probabilidad de morir es mayor para los hombres en comparación a la de las mujeres en la mayoría de los casos, con la particularidad que entre los 3 y 7 años ambas curvas son muy cercanas, lo cual implica que las probabilidades de fallecimiento son casi las mismas en este rango; y que a los 95 años la probabilidad de muerte de las mujeres supera a la de los hombres, tendencia que se mantiene hasta los 99 años de edad. Adicionalmente, es importante señalar que entre los 18 y 40 años, la curva de los hombres se distancia notoriamente de la de las mujeres, teniendo la probabilidad de fallecer más alta se da a los 28 años en este rango.

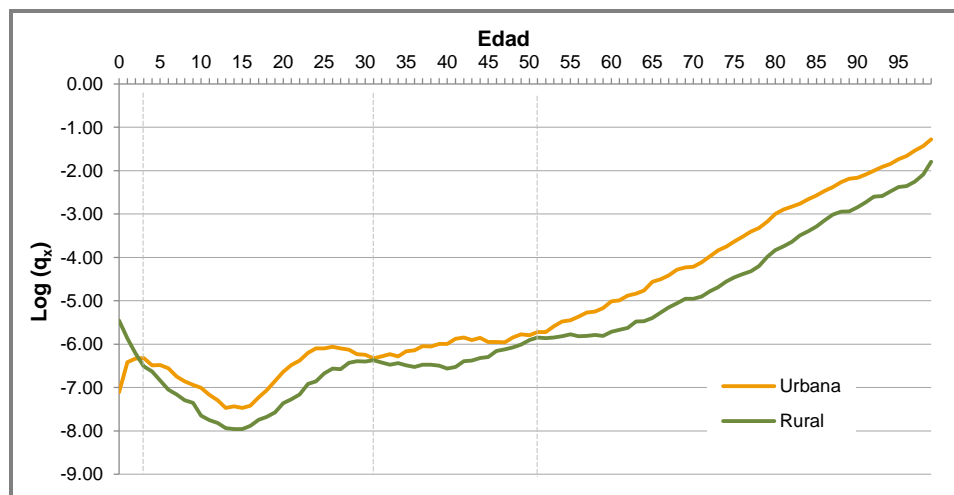
Cuadro 28. Gráfico de la Probabilidad de Muerte por Sexo



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Dic. 2010 a Nov. 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el **Cuadro 29** se tiene la ilustración de las curvas que representan la probabilidad de fallecer para los habitantes del área urbana y rural, en la que es posible visualizar que dicha probabilidad es superior en el área rural frente al área urbana desde la edad 0 hasta los 2 años, a partir de donde se invierte el orden de estas probabilidades, manteniéndose este comportamiento hasta los 99 años de edad, notando además que en los puntos correspondientes a los 31 y 51 años es evidente una cercanía entre ambas probabilidades.

Cuadro 29. Gráfico de la Probabilidad de Muerte por Área de Residencia

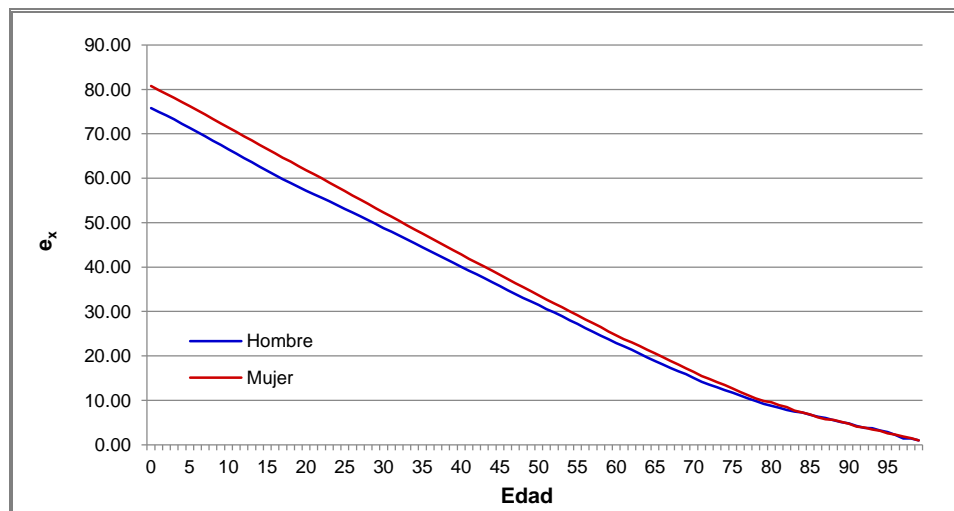


Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Dic. 2010 a Nov. 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.4.2. ESPERANZA DE VIDA

La esperanza de vida ( $e_x$ ) es otro de los componentes de la Tabla de Mortalidad, la cual nos indica el número de años promedio que se espera viva una persona de edad  $x$ , la cual se muestra, al igual que en el caso anterior, para las variables Sexo y Área de Residencia; teniendo en el **Cuadro 30** el primero de los casos, donde la esperanza de vida para los hombres y mujeres para la edad cero 75.83 años y 80.76 años respectivamente, prevaleciendo por aproximadamente 5 años la  $e_x$  de las mujeres, diferencia que se va decrementando conforme la edad aumenta, teniendo que a los 86 años de edad el orden de las curvas se invierte por períodos cortos de tiempo, predominando al final la esperanza de vida de las mujeres por una diferencia mínima con la esperanza de vida de los hombres.

Cuadro 30. Gráfico de la Esperanza de vida por Sexo

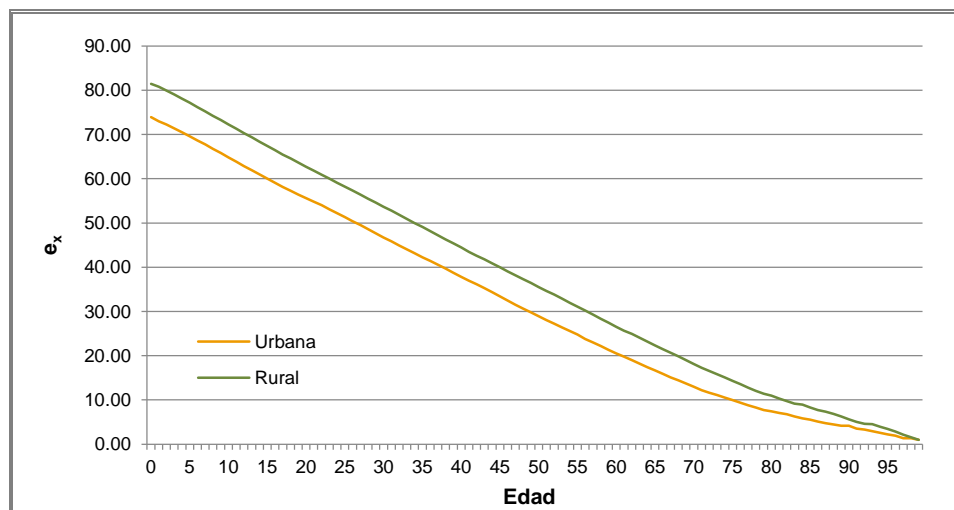


Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Dic. 2010 a Nov. 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

En el análisis gráfico de las esperanzas de vida para los habitantes del Oriente por el área donde residen, se observa que la brecha entre ambas curvas es más notoria en relación al sexo, tal como se muestra en el **Cuadro 31**, teniendo así que la diferencia de las esperanzas de vida entre el área rural y urbana

para la edad cero es de 7.53 años, siendo superior la  $e_x$  del área rural, tendencia que se mantiene a lo largo de todas las edades.

Cuadro 31. Gráfico de la Esperanza de vida por Área de Residencia



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos Dic. 2010 a Nov. 2011  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

### 3.5. COMPARACIÓN CON OTRAS REGIONES DEL ECUADOR

Como se mencionó en párrafos anteriores, la presente investigación se realizó de manera paralela con un grupo de estudios en los que se plantea el mismo problema para cada una de las regiones del Ecuador continental, teniendo así los resultados para las regiones Costa y Sierra en dos proyectos de titulación independientes.

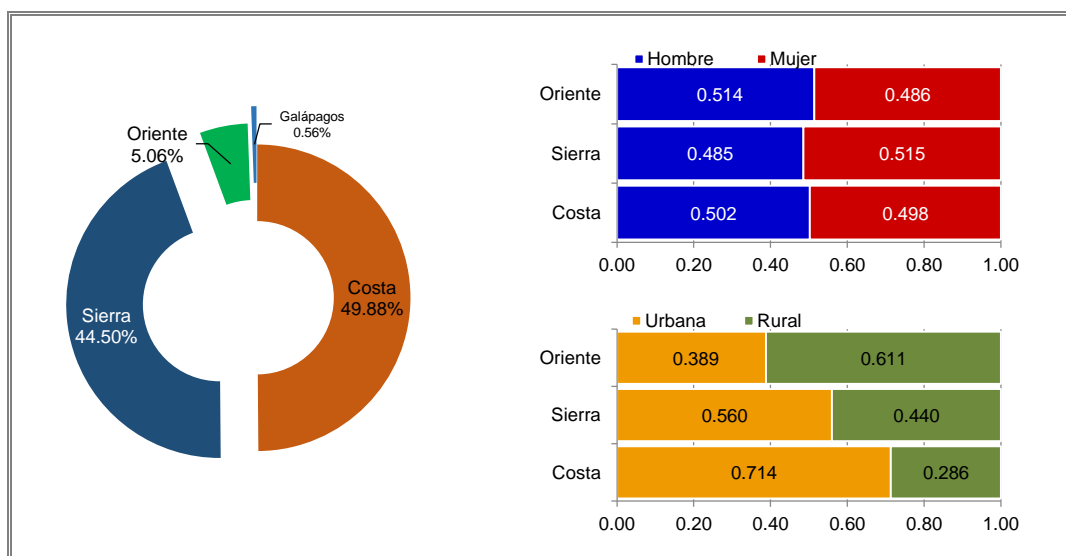
En esta sección se realiza una comparación de los resultados obtenidos en la Costa, Sierra y Oriente ecuatorianos tomando como referencia los puntos más relevantes de la investigación, los cuales se presentan de manera simultánea para cada caso.

En el 2010 la población ecuatoriana era de 14'483,499 habitantes, los cuales se encuentran en su mayoría en la región Costa donde la población es 7'223,885 habitantes, seguido de la Sierra con una población de 6'444,534 habitantes y el Oriente con 733,480 habitantes, tal como se grafica en el **Cuadro 32**, en el que adicionalmente se muestra la



distribución de la población de cada una de las regiones por sexo y por área de residencia, notando que la región con menos personas que residen en el área urbana es el Oriente, mientras que la que más habitantes tiene en esta área es la Costa ecuatoriana. Adicionalmente del análisis descriptivo realizado a la población segregada por región se tiene que en términos de la edad promedio de los habitantes, el Oriente es la región con la población más joven cuya edad promedio es 24.09 años, seguido de la costa con 28.18 años y la Sierra con 29 años.

Cuadro 32. Gráfico de la Población del Ecuador por Región, Sexo y Área de Residencia



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010  
Elaborado por: Silvana Batallas Cueva

De las defunciones generales registradas por el INEC entre diciembre 2010 y noviembre 2011, es decir, un año calendario posterior al censo, se tiene que en la Costa falleció el 0.43% de la población, en la Sierra el 0.44% y en el Oriente el 0.31% con relación a la los habitantes empadronados en el Censo de Población del 2010. La edad promedio de los individuos fallecidos es de 59.93 años en la Costa, 62.73 años en la Sierra y 49.44 años en el Oriente, siendo esta la región donde se registran muertes a más temprana edad en promedio.

Con el objetivo de determinar qué factores inciden en la supervivencia de los habitantes de cada una de las regiones se construyó un modelo de

regresión logística inicial en el que en primera instancia sólo se consideró la variable *Edad*, y una vez concluido que ésta es significativa para el mismo, se añadieron al modelo las variables *Sexo* y *Área de Residencia* primero de manera individual y posteriormente de manera conjunta, obteniendo como resultado que las mismas influyen significativamente en la supervivencia de la población, tanto para la Costa, como para la Sierra y Oriente.

De acuerdo al análisis del modelo de regresión logística planteado para la interacción entre las variables *Sexo* y *Área de Residencia* se tiene que el término de interacción incluido resultó significativo para los modelos establecidos para la Costa y Sierra, no ocurriendo lo mismo en el caso del Oriente donde de acuerdo a su valor  $p$  se éste no es significativo.

Del análisis de los odd ratio obtenidos de cada uno de los modelos anteriormente expuestos, se tiene que las mujeres de la Costa del Ecuador tienen 1.54 veces más posibilidades de sobrevivir que los hombres, mientras que para la Sierra ésta disminuye situándose en 1.43, en tanto que en el Oriente la posibilidad de supervivencia de las mujeres ante la de los hombres es 1.59 veces más. En cuanto al análisis por área de residencia, en las tres regiones las personas que habitan en el área rural tienen más posibilidades de sobrevivir que los del área urbana, siendo la región Costa la que mayor odd ratio presenta con un valor igual a 3.15, obteniendo además que para la Sierra es 1.70 y para el Oriente el odd ratio es igual a 1.94.

La probabilidad de fallecer entre la edad  $x$  y  $x+1$  ( $q_x$ ), y la esperanza de vida ( $e_x$ ) son dos de los elementos que forman parte de las tablas de mortalidad construidas para los habitantes de cada una de las regiones del Ecuador. En primera instancia se tiene que la probabilidad de muerte de los recién nacidos del litoral ecuatoriano es de 0.12% siendo esta inferior en comparación a la Sierra y Amazonía ecuatorianos en las cuales

la probabilidad de fallecer es 1.11% para las personas de edad cero. En la Costa la probabilidad de morir de los hombres es superior a la de las mujeres, hecho que se repite en los hombres y mujeres de la Sierra y Oriente; en cuanto a la variable *Área de Residencia* se observó que la probabilidad de morir en el área urbana es mayor a la determinada para el área rural, comportamiento que se mantiene de manera general para la Sierra y Oriente ecuatorianos, con la particularidad de que en estas regiones la probabilidad de fallecer en los primeros años de vida es superior en el área rural.

Finalmente, al comparar la esperanza de vida se observa que ésta es mayor en el Oriente que en las otras dos regiones, es así que para una persona de edad cero nacido en el Oriente tiene una esperanza de vida de 78.12 años, mientras que en la Costa y Sierra la  $e_x$  es de 76.85 y 76.93 años respectivamente. Segmentando el análisis por la variable *Sexo* se determinó que la esperanza de vida de las mujeres es superior a la de los hombres, situación que se repite en las otras dos regiones; manteniéndose el patrón para la variable *Área de Residencia* teniendo así que la esperanza de vida para los habitantes del área rural supera a la del área urbana tanto para la Costa como para la Sierra y Oriente ecuatorianos.

## **CAPÍTULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

Al inicio del presente trabajo de investigación se plantearon varias hipótesis respecto la supervivencia de la población de la región Oriental del Ecuador y la incidencia de las variables objeto de estudio en la misma, de donde, posterior al análisis de los datos correspondientes al Censo de Población y Vivienda de 2010, las Estadísticas de Defunciones Generales y Fetales, y la Estadística de Nacimientos, se concluye lo siguiente:

- El Oriente ecuatoriano es la región que menos habitantes tiene (733,480), representando el 5.06% de la población del Ecuador, de los cuales el 51.4% es hombre y el 48.9% es mujer; los mismos que al ser segmentados por área de residencia se tiene que 38.9% reside en el área urbana y el 61.1% en el área rural.
- Los fallecimientos registrados en el periodo posterior al censo, esto es, de Diciembre 2010 a Noviembre 2011, corresponden al 0.31% de la los habitantes registrados en el Censo de Población. En términos de tasas específicas tiene que 4 de cada 1000 fallecimientos ocurridos corresponden a hombres mientras 2 de cada 1000 son mujeres; proporción similar cuando se analiza por área de residencia donde se tiene que mientras 4 de los decesos corresponden al área urbana, 2 pertenecen al área rural.

- El Sexo y Área de residencia son factores que influyen en la supervivencia de los habitantes del oriente del Ecuador, lo cual se comprobó mediante los modelos de regresión logística que incluyen estas variables; mas no se evidenció estadísticamente que la interacción entre estas sea significativa para el modelo.
- La probabilidad de muerte de las mujeres en la etapa neonatal es de 0.10% mientras que para el sexo masculino esta probabilidad es superior (0.14%), teniendo además que la esperanza de vida a los cero años de mujeres y hombres es de 80.75 y 75.83 años respectivamente; pudiendo concluir en términos generales que las mujeres viven más que los hombres, lo cual se confirma al analizar el odd ratio obtenido del modelo de regresión logística para las variables *Edad* y *Sexo* donde se tiene que las mujeres tienen 1.59 más posibilidades de sobrevivir que los hombres.
- El residir en el área rural incrementa las posibilidades de sobrevivir 1.94 veces más que vivir en el área urbana, contrario a lo que se planteó en una de las hipótesis al inicio de la investigación, hecho que queda ratificado al comparar la esperanza de vida en edad cero de los habitantes del área urbana (73.94 años) y del área rural (81.46), con la particularidad de que en la edad cero la probabilidad de muerte es superior en la zona rural que en la urbana, siendo estas 0.08% y 0.43% respectivamente.
- La esperanza de vida en el Oriente ecuatoriano es superior que la registrada para la Costa y Sierra, teniendo que al nacer una persona del Oriente tiene una esperanza de vida de 78.12 años, en tanto que para la Costa es de 76.85 y para la Sierra 76.93 años.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

Una vez construidas las Tablas de mortalidad para los habitantes del Oriente ecuatoriano y analizadas las características demográficas *Sexo* y *Área de Residencia*, determinando que éstas influyen en la mortalidad de los individuos; y considerando que estas constituyen la base para los cálculos de primas y reservas técnicas de las empresas aseguradoras del Ecuador, se recomienda que:

- El ente regulador de las compañías de seguros en Ecuador, Superintendencia de Compañías y Valores a través de la Intendencia de Seguros, analice la posibilidad de reglamentar el uso de tablas de mortalidad que se ajusten a la realidad del país para efectos de cálculos de primas y reservas técnicas, de manera que éstas sean más acertadas y se concuerden con el comportamiento demográfico de los ecuatorianos.
- Las compañías del sector asegurador del Ecuador, tengan en consideración los hallazgos obtenidos en esta investigación para una tarificación más acertada de las primas de los seguros de vida, una vez que se ha demostrado que la supervivencia de las personas se ve afectada por características demográficas varias, habiendo sido estudiadas en este caso en particular sexo y área de residencia.
- Una vez se han construido tablas de mortalidad segregadas por Sexo y área de residencia, las autoridades encargadas de la planificación de los servicios de salud, educación e infraestructura, tengan en cuenta los resultados del presente trabajo de investigación a fin de atender las demandas de estos servicios basados en los requerimientos poblacionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Seneviratne, S. et al. (2015). *Risk factors associated with mortality from breast cancer in Waikato, New Zealand: a case-control study*. Public Health Journal. 129: 549–554. Reino Unido.
- [2]. Wilson, J. y Lorenz, K. (2015). *Modeling Binary Correlated Responses using SAS, SPSS and R*. Springer – ICSA Book Series in Statistics. USA.
- [3]. Hinde, A. (2014). *Demographic Methods*. Routledge. Londres-Inglaterra.
- [4]. Rivadeneira, L. y Zumárraga, M. (2014). *Evolución de las Variables Investigadas en los Censos de Población y Vivienda del Ecuador 1950, 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010*. INEC. Quito-Ecuador.
- [5]. Singh, G. y Siahpush, M. (2014). *Widening Rural–Urban Disparities in Life Expectancy, U.S., 1969–2009*. American Journal of Preventive Medicine. 46(2): e19-e29. USA.
- [6]. Yusuf, F., Martins, J. y Swanson, D. (2014). *Methods of Demographic Analysis*. Springer. USA.
- [7]. Mendieta, G. et al. (2013). *Incidencia de las cardiopatías congénitas y los factores asociados a la letalidad en niños nacidos en dos hospitales del Estado de México*. Gaceta Médica de México. **149**: 617-23. México D.F.-México.
- [8]. Superintendencia de Bancos y Seguros (2013). *Normas sobre el régimen de reservas técnicas*. Resolución No. JB-2013-2399. Quito-Ecuador.
- [9]. Villacís, B. y Carrillo, D. (2012). *Estadísticas Demográficas en el Ecuador: Diagnóstico y Propuestas*. INEC. Quito-Ecuador.
- [10]. Gómez, L. (2011). *Diferencias de sexo en conductas de riesgo y tasas de mortalidad, diferencial entre hombres y mujeres*. Fundación MAPFRE. Madrid-España.

- [11]. Idrovo, J. y Zavala, V. (2011). *Estudio para implantar tablas de mortalidad para uso de las empresas de seguros de vida en el Ecuador* [Tesis]. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador.
- [12]. Olivieri, A. y Pitacco, E. (2011). *Introduction to Insurance Mathematics*. Springer. USA.
- [13]. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, et al. (2010). *Perú: Situación y Perspectivas de la Mortalidad por Sexo y Grupos de Edad, Nacional y por Departamentos, 1990-2025. Metodología y Tablas de Mortalidad*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Lima, Perú.
- [14]. Kleinbaum, D. y Klein, M. (2010). *Statistics for Biology and Health*. Tercera Edición. Springer. USA.
- [15]. Zurita, G. (2010). *Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones*. Segunda Edición. Ediciones del Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL. Guayaquil, Ecuador.
- [16]. Rivadeneira, S. (2008). Ecuador: Tablas Completas de Mortalidad [Documento de Trabajo]. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES. Quito-Ecuador.
- [17]. Kleinbaum, D. y Klein, M. (2005). *Statistics for Biology and Health. Survival Analysis*. Segunda Edición. Springer. USA.
- [18]. Sandoya, F. (2005). *Matemáticas Actariales y Operaciones de Seguros*. Ediciones del Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL. Guayaquil, Ecuador.
- [19]. Capa, H. y Lara, K. (2004). *Construcción de tablas de mortalidad de la población ecuatoriana con base en el censo 2001 y estadísticas vitales*. Memorias del IX Encuentro de Matemática y sus aplicaciones. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador.
- [20]. Siegel, J. y Swanson, D. (2004). *The Methods and Materials of Demography*. Segunda Edición. Elsevier Inc. USA.
- [21]. Delgado, G. et al. (2003). *Algunos factores de riesgo para mortalidad neonatal en un hospital de III nivel, Popayán*. Corporación Editora Médica del Valle. Colomb Med 2003; 34: 179-185. Colombia.



- [22]. Fiuza, M. y Rodríguez, J. (2000). *La regresión logística: una herramienta versátil*. Revista de Nefrología. Vol. 20 N° 6 Año 2000. España.
- [23]. Hosmer, D. y Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression*. Segunda Edición. John Wiley & Sons, INC. USA.
- [24]. Sánchez, J. (2000). *Construcción de una tabla de mortalidad para la población ecuatoriana* [Tesis]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador.
- [25]. Bowers, et al. (1997). *Actuarial Mathematics*. Segunda Edición. The Society of Actuaries. Illinois, USA.
- [26]. Bergerud, W. (1996). *Introduction to Logistic Regression Models: with worked forestry examples*. [Working Paper]. Ministry of Forest Research Program. Canadá.

## ANEXOS

### Código en R para Regresión Logística

```
# CÓDIGO INICIAL
```{r ,include=FALSE}
library(haven)
library(dplyr)
library(tidyr)
```

# ORIENTE
```{r,include=FALSE}
oriente=read_spss("MATRIZ_LOGISTICA_ORIENTE2010.sav")
```

**Modelo Base Edad**

```{r,echo=FALSE}
oriente=mutate(oriente,
               I1a9=as.numeric(EDAD>0 & EDAD<10),
               I10a16=as.numeric(EDAD>=10 & EDAD<17),
               I17a50=as.numeric(EDAD>=17 & EDAD<51),
               I51mas=as.numeric(EDAD>=51))
oriente2=mutate(oriente,
                I1a16=as.numeric(EDAD>0 & EDAD<17),
                I17mas=as.numeric(EDAD>=17))

##Modelo con dos componentes cuadráticos
modcuad=glm(cbind(VIVOS,MUERTOS)~I1a16+I((EDAD-10)*I1a16)+I(I1a16*(EDAD-10)^2)+I17mas+I(I17mas*(EDAD-40))+I(I17mas*(EDAD-40)^2),binomial,oriente2)

##Modelo con dos componentes lineales
modlin=glm(cbind(VIVOS,MUERTOS)~I1a16+I((EDAD-10)*I1a16)+I17mas+I(I17mas*(EDAD-40))+I(I17mas*(EDAD-40)^2),binomial,oriente2)

##Modelo con cinco componentes lineales
mod4lin=glm(cbind(VIVOS,MUERTOS)~I1a9+I((EDAD-5)*I1a9)+I10a16+I((EDAD-15)*I10a16)+I17a50+I((EDAD-35)*I17a50)+I51mas+I(I51mas*(EDAD-75)),binomial,oriente)

##COMPARACIÓN DE MODELOS
options(digits=10)
summary(modlin)
summary(modcuad)
summary(mod4lin)
anova(modlin,mod4lin,modcuad,test = 'Chisq')
BIC(modlin,mod4lin,modcuad)
AIC(modlin,mod4lin,modcuad)
lapply(list(modlin,mod4lin,modcuad), function(m) summary(m)$deviance)
```
```

```
##GRÁFICOS DE LOS MODELOS
**Escala Logit**

```{r,echo=FALSE}
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS)~EDAD, oriente2, cex=0.5, xlab="Edad", ylab="Log
it
p(Edad)", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n")#, xlim=c(
0,20), ylim=c(3,10))
axis(1, at = seq(0, 100, by = 5), cex.axis=0.8)
axis(2, at = seq(-4, 10, by = 1), cex.axis=0.8, las=2)
abline(v=c(1,17), col="red", lty=2)

##Modelo con dos componentes cuadráticos
pcuad=function(x) predict(modcuad, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 & x<17), I17mas=as.numeric(x>=17)))
curve(pcuad(x), add=TRUE, col="red3", lwd=3)

##Modelo con dos componentes lineales
plin=function(x) predict(modlin, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 & x<17), I17mas=as.numeric(x>=17)))
curve(plin(x), add=TRUE, col="red3", lwd=3)

##Modelo con cinco componentes lineales
abline(v=c(1,10,17,51), col="red", lty=2)
p4lin=function(x) predict(mod4lin, data.frame(
  EDAD=x, I1a9=as.numeric(x>0 & x<10), I10a16=as.numeric(x>=10 &
x<17), I17a50=as.numeric(x>=17 & x<51), I51mas=as.numeric(x>=51)))
curve(p4lin(x), add=TRUE, col="red3", lwd=3)

...

**Escala Probabilidad**

```{r,echo=FALSE}
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD, oriente2,
cex=0.5, xlab="Edad", ylab="Probabilidad de
Sobrevivir", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n")
axis(1, at = seq(0, 100, by = 5), cex.axis=0.8)
axis(2, at = seq(0, 1, by = 0.1), cex.axis=0.8, las=2)
abline(v=c(1,17), col="red", lty=2)

##Modelo con dos componentes cuadráticos
pcuadb=function(x) predict(modcuad, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 & x<17), I17mas=as.numeric(x>=17)),
  type="response")
curve(pcuadb(x), add=TRUE, col="red3", lwd=3)

##Modelo con dos componentes lineales
plinb=function(x) predict(modlin, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 & x<17), I17mas=as.numeric(x>=17)),
  type="response")
curve(pcuadb(x), add=TRUE, col="red3", lwd=3)
```

```
##Modelo con cinco componentes lineales
abline(v=c(1, 10, 17, 51), col="red", lty=2)
p4linb=function(x) predict(mod4lin, data.frame(
  EDAD=x, I1a9=as.numeric(x>0 & x<10), I10a16=as.numeric(x>=10 &
x<17), I17a50=as.numeric(x>=17 &
x<51), I51mas=as.numeric(x>=51)), type="response")
curve(p4linb(x), add=TRUE, col="red3", lwd=3)
...

***
**SEXO**

**Modelo de Regresión Edad + Sexo**

modsexo=update(modcuad, .~.+as.factor(SEXO))
summary(modsexo)
betsexo=coef(modsexo)
ORsexo=c(exp(betsexo[1]), 'exp(betsexo[3]+betsexo[4]*(2*Oriente$EDAD-
19))', 'exp(betsexo[6]+betsexo[7]*(2*Oriente$EDAD-
79))', exp(betsexo[8]))

**Escala Logit**

```{r, echo=FALSE}
pcols=c("blue3", "red3")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS))~EDAD, oriente2,
col=pcols[SEXO], cex=0.4, pch=16, xlab="Edad", ylab="Logit
p(Edad, Sexo)", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n")

axis(1, at = seq(0, 100, by = 5), cex.axis=0.8)
axis(2, at = seq(-4, 10, by = 1), cex.axis=0.8, las=2)
abline(v=c(1, 17), col="red", lty=2)
legend(85, 9, legend=c("Hombre", "Mujer"), col=pcols, pch=1, lty=1, cex=0.8)

p3Hom=function(x) predict(modsexo, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), SEXO="1"))
p3Muj=function(x) predict(modsexo, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), SEXO="2"))
curve(p3Hom(x), col=pcols[1], add=TRUE, lwd=3)
curve(p3Muj(x), col=pcols[2], add=TRUE, lwd=3)
...

**Escala Probabilidad**

```{r, echo=FALSE}
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD, oriente2, col=pcols[SEXO], cex=0.4, pch=1, xlab="Edad", ylab="Probabilidad de
Sobrevivir", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n")
```

```

axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.8)
axis(2,at = seq(0, 1, by = 0.1),cex.axis=0.8,las=2)
abline(v=c(1,17),col="red",lty=2)
legend(22,0.2,legend=c("Hombre","Mujer"),col=pcols,pch=1,lty=1,cex=0.8)
)

p3Homb=function(x) predict(modsexo,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1"),
  type="response")
p3Mujb=function(x) predict(modsexo,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2"),
  type="response")
curve(p3Homb(x),col=pcols[1],add=TRUE,lwd=3)
curve(p3Mujb(x),col=pcols[2],add=TRUE,lwd=3)
abline(v=c(80),col="grey",lty=2)
```

**AREA**

**Modelo de Regresión Edad + Área**

```

```{r,echo=FALSE}
modarea=update(modcuad, .~.+as.factor(AREA))
summary(modarea)
betarea=coef(modarea)
ORarea=c(exp(betarea[1]),'exp(betarea[3]+betarea[4]*(2*Oriente$EDAD-
19))','exp(betarea[6]+betarea[7]*(2*Oriente$EDAD-
79))',exp(betarea[8]))
```

**Escala Logit**

```

```{r,echo=FALSE}
pcola=c("orange2","darkolivegreen4")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS))~EDAD,oriente2,
col=pcola[AREA],cex=0.4,pch=16,xlab="Edad",ylab="Logit
p(Edad,Area)",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")

axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.8)
axis(2,at = seq(-4, 10, by = 1),cex.axis=0.8,las=2)
abline(v=c(1,17),col="red",lty=2)
abline(v=c(80),col="grey",lty=2)
legend(85,9,legend=c("Urbana","Rural"),col=pcola,pch=1,lty=1,cex=0.8)

p2Urb=function(x) predict(modarea,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),AREA="1"))
p2Rur=function(x) predict(modarea,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),AREA="2"))
curve(p2Urb(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(p2Rur(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
```

```


```


```

```
**Escala Probabilidad**

```{r,echo=FALSE}
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD, oriente2,
col=pcola[AREA], cex=0.4, pch=1, xlab="Edad", ylab="Probabilidad de
Sobrevivir", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n")

axis(1, at = seq(0, 100, by = 5), cex.axis=0.8)
axis(2, at = seq(0, 1, by = 0.1), cex.axis=0.8, las=2)
legend(20, 0.2, legend=c("Urbana", "Rural"), col=pcola, pch=1, lty=1, cex=0.8
)

p2Urb=function(x) predict(modarea, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), AREA="1"),
  type="response")
p2Rurb=function(x) predict(modarea, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), AREA="2"),
  type="response")
curve(p2Urb(x), col=pcola[1], add=TRUE, lwd=3)
curve(p2Rurb(x), col=pcola[2], add=TRUE, lwd=3)
```

**SEXO +AREA**

**Modelo de Regresión Edad + Sexo + Área**
```{r,echo=FALSE}
modsa=update(modcuad, .~.+as.factor(SEXO)+as.factor(AREA))
summary(modsa)
betsa=coef(modsa)
ORsa=c(exp(betsa[1]), 'exp(betsa[3]+betsa[4]*(2*Oriente$EDAD-
19))', 'exp(betsa[6]+betsa[7]*(2*Oriente$EDAD-
79))', exp(betsa[8]), exp(betsa[9]))
...

**Escala Logit**

```{r,echo=FALSE}
pcola=c("orange", "darkorange2", "limegreen", "darkolivegreen4")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS)~EDAD, oriente2,
col=pcola[SEXO+AREA], cex=0.4, pch=16, xlab="Edad", ylab="Logit
p(Edad, Sexo, Area)", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n"
)

axis(1, at = seq(0, 100, by = 5), cex.axis=0.8)
axis(2, at = seq(-4, 10, by = 1), cex.axis=0.8, las=2)
abline(v=c(1, 17), col="red", lty=2)
legend(75, 9, legend=c("Urbana - Hombre", "Urbana - Mujer", "Rural -
Hombre", "Rural - Mujer"), col=pcola, pch=1, lty=1, cex=0.8)
```

```
pUrbHom=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="1"))
pUrbFem=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="1"))
pRurHom=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="2"))
pRurFem=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="2"))

curve(pUrbHom(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(pUrbFem(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(pRurHom(x),col=pcola[3],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(pRurFem(x),col=pcola[4],add=TRUE,lwd=3,lty=1)

...

**Escala Probabilidad**

```{r,echo=FALSE}
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD,oriente2,
col=pcola[SEXO+AREA],cex=0.4,pch=1,xlab="Edad",ylab="Probabilidad de
Sobrevivir",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")

axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.8)
axis(2,at = seq(0, 1, by = 0.1),cex.axis=0.8,las=2)
abline(v=c(1,17),col="red",lty=2)
legend(22,0.25,legend=c("Urbana - Hombre","Urbana - Mujer","Rural -
Hombre","Rural - Mujer"),col=pcola,pch=1,lty=1,cex=0.8)

pUrbHom2=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="1"),
  type="response")
pUrbFem2=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="1"),
  type="response")
pRurHom2=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="2"),
  type="response")
pRurFem2=function(x) predict(modsa,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="2"),
  type="response")

curve(pUrbHom2(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3)
curve(pUrbFem2(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3)
curve(pRurHom2(x),col=pcola[3],add=TRUE,lwd=3)
curve(pRurFem2(x),col=pcola[4],add=TRUE,lwd=3)

...

```

```
**SEXO + AREA + SEXO-AREA**

**Modelo de Regresión Edad + Sexo + Área + Sexo-Área**
```{r,echo=FALSE}
modsai=update(modcuad, .~.+as.factor(SEXO)+as.factor(AREA)+as.factor(SE
XO)*as.factor(AREA))
summary(modsai)
betsai=coef(modsai)
ORSai=c(exp(betsai[1]), 'exp(betsai[3]+betsai[4]*(2*Oriente$EDAD-
19))', 'exp(betsai[6]+betsai[7]*(2*Oriente$EDAD-
79))', exp(betsai[8]), exp(betsai[9]), exp(betsai[10]))
```
...

```



## Código en R para Tablas de Mortalidad

```
library(haven)
library(dplyr)
library(tidyr)

oriente=read_spss("C:/Users/user/Dropbox/Tesis
MSR/MATRIZ_LOGISTICA_ORIENTE2010.sav")
nb=read_spss("C:/Users/user/Dropbox/Tesis MSR/NAC_2010.sav")
deforiente=read_spss("C:/Users/user/Dropbox/Tesis
MSR/DEF_ORIENTE.sav")

##### TABLA GENERAL 2010 #####
a=xtabs(oriente$POBLACION~oriente$EDAD,oriente)
b=xtabs(oriente$MUERTOS~oriente$EDAD,oriente)
nac=table(nb$sexo)
def=table(deforiente$edad,deforiente$mesf)
qx=matrix(NA,nrow=100,ncol=1)
qx[,1]=b/a
qx[1,1]=b[1]/nac[1]
qx[100,1]=1
px=1-qx
lx=matrix(NA,nrow=100,ncol=1)
dx=matrix(NA,nrow=100,ncol=1)
lx[1]=100000
  for(j in 1:100)
  {
    dx[j]=round(lx[j]*(qx[j]))
    lx[(j+1)]=lx[j]-dx[j]
  }
a0=matrix(NA,nrow=1,ncol=1)
s=0
for(j in 1:12)
{
  ep=(def[1,j]/sum(def[1,]))*(j/12)
  s=s+ep
}
a0[1,1]=s
Lx=matrix(NA,nrow=100,ncol=1)
Lx[1,1]=a0[1,1]*lx[1]+(1-a0[1,1])*lx[2]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,1]=round(0.5*lx[j]+0.5*lx[j+1])
  }
Lx[100,1]=dx[100]/qx[100]
Tx=matrix(NA,nrow=100,ncol=1)
Tx[1,1]=sum(Lx[,1])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,1]=Tx[j-1,1]-Lx[j-1,1]
  }
ex=matrix(NA,nrow=100,ncol=1)
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,1]=Tx[j,1]/lx[j]
  }
lxs=lx[1:100]
mort=replicate(1,{matrix(NA,nrow=100,ncol=7)},simplify=FALSE)
mort[[1]]=matrix(c((0:99),qx,lxs,dx,Lx,Tx,ex),nrow=100,ncol=7)
colnames(mort[[1]])=c("Edad","qx","lx","dx","Lx","Tx","ex")
```

```

names(mort)=c("General")
write.table(mort$`General`, "GeneralOriente.xls", dec=".", sep="\t")

##### TABLA SEXO 2010 #####
a=xtabs(oriente$POBLACION~oriente$EDAD+oriente$SEXO, oriente)
b=xtabs(oriente$MUERTOS~oriente$EDAD+oriente$SEXO, oriente)
nac=table(nb$sexo, nb$REGION)
def=table(deforiente$edad, deforiente$sexo, deforiente$mesf)
qx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
c=1#contador
for(i in 1:2)
{
  qx[,c]=b[,i]/a[,i]
  c=c+1
}
c=1
for(i in 1:2)
{
  qx[1,c]=b[1,i]/nac[i,1]
  c=c+1
}
for(i in 1:2)
{
  qx[100,i]=1
}
px=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
px=1-qx
lx=matrix(NA, nrow=101, ncol=2)
dx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  lx[1,i]=100000
  for(j in 1:100)
  {
    dx[j,i]=round(lx[j,i]*(qx[j,i]))
    lx[(j+1),i]=lx[j,i]-dx[j,i]
  }
}
a0=matrix(NA, nrow=1, ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  s=0
  for(j in 1:12)
  {
    ep=(def[1,i,j]/sum(def[1,i,]))*(j/12)
    s=s+ep
  }
  a0[1,i]=s
}
Lx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Lx[1,i]=a0[1,i]*lx[1,i]+(1-a0[1,i])*lx[2,i]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,i]=round(0.5*lx[j,i]+0.5*lx[j+1,i])
  }
  Lx[100,i]=dx[100,i]/qx[100,i]
}
Tx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)

```

```

for(i in 1:2)
{
  Tx[1,i]=sum(Lx[,i])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,i]=Tx[j-1,i]-Lx[j-1,i]
  }
}
ex=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,i]=Tx[j,i]/lx[j,i]
  }
}
lxs=lx[1:100,]
mort=replicate(2,{matrix(NA,nrow=100,ncol=7)},simplify=FALSE)
for(i in 1:2)
{
  mort[[i]]=matrix(c((0:99),qx[,i],lxs[,i],dx[,i],Lx[,i],Tx[,i],ex[,i]),
  nrow=100,ncol=7)
  colnames(mort[[i]])=c("Edad","qx","lx","dx","Lx","Tx","ex")
}

names(mort)=c("Hombre","Mujer")
write.table(mort$`Hombre`,`HombreOriente.xls`,dec=".",sep="\t")
write.table(mort$`Mujer`,`MujerOriente.xls`,dec=".",sep="\t")

##### TABLA AREA 2010 #####
a=xtabs(oriente$POBLACION~oriente$EDAD+oriente$AREA,oriente)
b=xtabs(oriente$MUERTOS~oriente$EDAD+oriente$AREA,oriente)
nac=table(nb$area_res,nb$REGION)
def=table(deforiente$edad,deforiente$zonar,deforiente$mesf)
qx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
c=1#contador
for(i in 1:2)
{
  qx[,c]=b[,i]/a[,i]
  c=c+1
}
c=1
for(i in 1:2)
{
  qx[1,c]=b[1,i]/nac[i,1]
  c=c+1
}
for(i in 1:2)
{
  qx[100,i]=1
}
px=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
px=1-qx
lx=matrix(NA,nrow=101,ncol=2)
dx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  lx[1,i]=100000
  for(j in 1:100)
  {

```

```

    dx[j,i]=round(lx[j,i]*(qx[j,i]))
    lx[(j+1),i]=lx[j,i]-dx[j,i]
  }
}
a0=matrix(NA,nrow=1,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  s=0
  for(j in 1:12)
  {
    ep=(def[1,i,j]/sum(def[1,i,]))*(j/12)
    s=s+ep
  }
  a0[1,i]=s
}
Lx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Lx[1,i]=a0[1,i]*lx[1,i]+(1-a0[1,i])*lx[2,i]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,i]=round(0.5*lx[j,i]+0.5*lx[j+1,i])
  }
  Lx[100,i]=dx[100,i]/qx[100,i]
}
Tx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Tx[1,i]=sum(Lx[,i])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,i]=Tx[j-1,i]-Lx[j-1,i]
  }
}
ex=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,i]=Tx[j,i]/lx[j,i]
  }
}
lxs=lx[1:100,]
mort=replicate(2,{matrix(NA,nrow=100,ncol=7)},simplify=FALSE)
for(i in 1:2)
{
  mort[[i]]=matrix(c((0:99),qx[,i],lxs[,i],dx[,i],Lx[,i],Tx[,i],ex[,i]),
  nrow=100,ncol=7)
  colnames(mort[[i]])=c("Edad","qx","lx","dx","Lx","Tx","ex")
}

names(mort)=c("Urbana","Rural")
write.table(mort$`Urbana`,`UrbanaOriente.xls`,dec=".",sep="\t")
write.table(mort$`Rural`,`RuralOriente.xls`,dec=".",sep="\t")

p="\t")

```