

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN INFANTIL CON CÁNCER EN LOS PRINCIPALES CENTROS URBANOS DEL PAÍS

Ing. Margarita Martínez de Jordán<sup>1</sup> y Ing. Sonia Paola Reyes Ramos<sup>2</sup>.

## RESUMEN

*El presente trabajo es un estudio de la población infantil con cáncer desde 1985 hasta 1996 que fueron atendidas en las instituciones especializadas de Quito y Guayaquil. Dichas instituciones especializadas son la Sociedad de Lucha contra el Cáncer, presente en las dos ciudades, y la Cruz Roja y el Hospital Vaca Ortiz en Quito.*

*La primera parte se centra en los aspectos generales del cáncer, como factores de riesgo, síntomas y tratamientos. A continuación se revisa estadísticas a nivel mundial y a nivel local de la población adulta y después de la población infantil. Después se realiza estadística descriptiva de algunas variables de la población infantil que padece de esta enfermedad; como edad, sexo, lugar donde vive, estado actual. A continuación se realizan inferencias sobre independencia entre variables y sobre si el tiempo de supervivencia depende del tratamiento recibido. Luego, se presentan tablas de supervivencia de cinco años para niños con cáncer y modelos de predicción para el número de pacientes atendidos en Solca de Guayaquil.*

## 1. INTRODUCCIÓN: ALGUNOS ASPECTOS DEL CÁNCER

Para la mayoría de las personas la palabra cáncer es sinónimo de muerte. A nadie le gusta morir ni pensar en ese hecho, pero lo cierto es que de una u otra manera nos pasará. Entonces la pregunta es, ¿por qué es tan aterrador saber que podríamos tener cáncer, dado que vamos a morir de todos modos? La respuesta es fácil, esta enfermedad es una de las más dolorosas y traicioneras que existen, desde la manera cómo toma nuestro organismo, silentemente, hasta el efecto de los tratamientos en nuestro cuerpo. Otro factor que contribuye a este miedo es la ignorancia; ignorancia con respecto a la prevención, a los tratamientos, a los síntomas.

Para empezar, el tratamiento contra el cáncer es más eficaz si se lo hace en una etapa temprana del mismo, entonces la clave de la supervivencia está en detectarlo a tiempo. Pero surge un pequeño problema, ¿cómo sé si tengo un carcinoma en etapa temprana?, y ¿si soy una persona que cumple con algunos factores de riesgos que conlleven a algún tipo de cáncer?. La respuesta es sencilla pero extensa. Sencilla, porque al respecto se han realizado muchos estudios y se encontraron ciertas

características comunes en la mayoría de las personas que tienen ciertos tipos de cáncer; pero extensa, ya que cada tipo de cáncer tiene sus propios síntomas y factores de riesgo.

En resumen, factores de riesgo muy comunes en la mayoría de los carcinomas son el exceso de grasa en las comidas, el alcoholismo, el tabaquismo o la exposición a cualquier agente con características radioactivas. Con lo referente al cáncer en el aparato reproductor femenino, todos los extremos son malos: no tener hijos o tener demasiados, relaciones sexuales tempranas, infecciones perniciosas y promiscuidad sexual. Además existe el factor hereditario y la edad avanzada.

Los síntomas podrían ser cualquier anomalía en las funciones de nuestro cuerpo: pérdida de peso, sangrado por cualquier orificio corporal sin razón aparente (nariz, boca, vagina, recto), palidez, infecciones perniciosas y dolores.

Detectar el cáncer en una etapa temprana es una cuestión de preocupación constante por cualquier anomalía en la salud nuestra o de algún familiar cercano, y muchas veces de

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

suerte, ya que hay algunos carcinomas que se desarrollan sin darnos aviso. Pero la mejor solución es eliminar o minimizar los factores de riesgo, al menos los que estén a nuestro alcance, ya que no podemos renunciar al hecho de que en nuestra familia hubo un caso de cáncer de mamas.

Tratamientos convencionales, los que todos conocemos: quimioterapia, radioterapia y cirugías. A parte se utiliza la hormonoterapia, que puede ejercer un resultado favorable en tumores que se originan de órganos dependientes de hormonas.

En nuestro país, los factores de riesgos son muy comunes en nuestra vida cotidiana: comidas grasosas y muy condimentadas, falta de fibra, exceso de hijos, infecciones a causa de desnutrición. Comparando el estilo de vida en los países subdesarrollados como el nuestro con el estilo de los europeos o estadounidenses, se puede llevar a la conclusión de que el cáncer nos afecta en formas diferentes. A continuación se presenta un cuadro comparativo entre los pacientes con cáncer de Ecuador, Europa y Estados Unidos, del año 1990 por porcentajes.

Ecuador		Estados unidos		Europa	
		Hombres			
Piel	11.60	Próstata	28.9	Pulmón	20.7
Linfomas	10.44	Pulmón	16.3	Colon y recto	13.2
Estómago	9.98	Colon y recto	11.81	Próstata	12.3
Próstata	8.12	Vejiga	6.24	Vejiga	7.39
Pulmón	5.34	Linfoma no hodkin	3.95	Estómago	6.59
Otros	54.00	Otros	32.8	Otros	39.9
		Mujer			
Útero	48.55	Mamas	31.12	Mamas	27.8
Mamas	13.84	Colon y recto	13.55	Colon y recto	14.8
Piel	7.14	Pulmón	12.6	Pulmón	5.6
Estómago	3.13	Utero	8.87	Útero	5.13
Ovario	3.00	Ovario	4.36	Estómago	5.02
Otros	24.00	Otros	29.5	Otros	41.7

Con respecto a los varones se nota una gran diferencia entre la población ecuatoriana y la de los países desarrollados. Los carcinomas prostáticos, pulmonares y rectales son los que más afectan a los varones en países desarrollados, esto se debe al incremento en el consumo de tabaco y dietas altas en grasas y con poca fibra. En Ecuador el carcinoma más común en el hombre es el dermatológico, seguido por los linfomas y el cáncer estomacal. Ya que un factor de riesgo para el carcinoma de piel es la exposición severa al sol, podremos atribuir a la ubicación geográfica de nuestro país como un factor que influye en el tipo de cáncer que más afecta a la población masculina. Otra causa entre la diferencia podría ser la idiosincrasia de los hombres en nuestro país, que no se realizan el examen prostático y por lo tanto no se les detecta el cáncer en esta glándula, y al fin y

al cabo mueren sin saber que están desarrollando esta enfermedad; muy al contrario de los hombres en países más avanzados, que se preocupan por realizarse este examen pasada cierta edad para poder dar tratamiento adecuado para sus problemas prostáticos.

En el caso de las mujeres, en los países desarrollados encontramos características muy parecidas con respecto a los tres principales carcinomas que las afectan, los cuales son mamas, colon y pulmón. Las costumbres alimenticias en estos países no son de mucho beneficio para erradicar estos tipos de carcinomas; peor aún el consumo de sustancias dañinas al organismo como cigarrillo, alcohol y drogas. Las mujeres en nuestro país en cambio son más propensas al carcinoma uterino, seguido del mamario y el dermatológico. Una vez más se resalta

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

el factor solar en la población ecuatoriana y su influencia en el porcentaje de personas con carcinoma de piel. Es válido analizar el caso del cáncer uterino más a fondo, ya que del total de la población femenina con cáncer, casi el 50% sufre de este tipo de carcinoma. De todos los factores de riesgo, ¿cuál es el que diferencia a la mujer ecuatoriana de las europeas o las estadounidenses? Realmente, las relaciones sexuales tempranas y la presencia infecciones de transmisión sexual han incrementado alrededor de todo el mundo; no sólo en los países desarrollados, aunque nos duela aceptarlo. El tener varios

compañeros sexuales es una costumbre más de mujeres anglosajonas que latinas por el machismo de nuestra sociedad; aunque nunca falta una excepción a la regla. El único factor que nos diferencia es la abundancia de hijos.

Ya que mi investigación se basa en la población infantil con cáncer en nuestro país, procederemos a realizar una comparación de los carcinomas que afectan a los niños ecuatorianos con los carcinomas que afectan a los niños estadounidenses. A continuación se presenta el cuadro porcentual, con los diferentes tipos de carcinomas, dividido por edades.

	Ecuador				Estados Unidos		
	0-4	5-9	10-14		0-4	5-9	10-14
Leucemia	51.39	49.42	45.33	Leucemia	36.02	34.00	22.59
Ojo	15.01	9.23	15.11	SN	31.01	30.69	22.25
Ganglios	12.40	20.77	20.89	PBL	10.56	12.42	24.50
SN	10.11	14.81	6.89	Riñón	9.22	4.85	0.90
Otros	10.60	6.15	12.67	Otros	13.20	18.05	29.75

Las poblaciones de ambos países tienen el mismo tipo de cáncer en primer lugar, a cualquier edad. En cuanto al carcinoma de segunda importancia, a los niños estadounidenses les afectan más el carcinoma en el sistema nervioso y en los

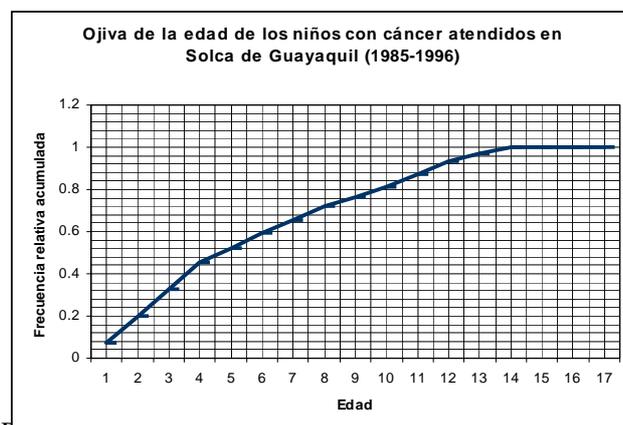
ecuatorianos encontramos diferencias según la edad, para niños de 0 a 4 años el segundo carcinoma más común es el de ojos y para los de 5 años en adelante el segundo carcinoma es el que afecta al sistema linfático.

## 2. CONTENIDO: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN INFANTIL ATENDIDA EN LAS INSTITUCIONES COLABORADORAS

Si nos centramos a analizar los pacientes infantiles atendidos en la Sociedad de Lucha contra el Cáncer de Guayaquil desde 1985 hasta 1996, obtenemos algunos datos interesantes:

- Hay un 49.7 % de abandono del tratamiento sin saber el estado actual de paciente. Para poder saber las razones es preciso consultar con un experto en estos casos. El Dr. Guillermo Paulson, oncólogo clínico de Solca nos contesta que las principales razones de este fenómeno a la ignorancia de los padres, la situación económica de la familia, por idiosincrasia o por factores sociales.
- Al examinar las variables sexo y edad, nos damos cuenta que hay más

pacientes de sexo masculino (57.6%) que de femenino (42.4%); y que las edades que son más frecuentes entre estos pacientes son los menores a 5 años, los cuales constituyen el 51.9% de la población total. A continuación se muestra la ojiva de la variable edad para constatar este hecho.



<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

- Se realizó un análisis de independencia entre variables que afectan a los niños con cáncer tratados en Solca de Guayaquil entre 1985 y 1996 por medio de tablas de contingencia y el estadístico  $\chi^2$ , y se obtuvieron los siguientes resultados al 95% de confianza:

Variables	Valor p	¿Es independiente?
Estado vs. Sexo	0.297	Sí
Estado vs. Edad	0.134	Sí
Estado vs. Tipo de cáncer	0.000	No
Tiempo de Salida vs. Edad	0.024	No
Tiempo de Salida vs. Sexo	0.065	Sí

Al analizar los resultados al 95% de confianza, nos damos cuenta que el tipo de cáncer influye en el estado actual del paciente (fallecido, bien o perdido, es decir que dejó el tratamiento y no se sabe su estado real); y la edad del paciente influye en el tiempo de salida del paciente.

- Otra variable importante de analizar es el tiempo de supervivencia. El tiempo de supervivencia se diferencia del tiempo de salida por un simple factor: el estado en que sale el paciente. En el tiempo de salida están los pacientes que salen estado fallecido o perdido.

Para realizar este análisis es necesario determinar si existe algún factor que afecte a este. El factor que podría afectar al tiempo de supervivencia como resultado de sus diferentes combinaciones es el tipo de tratamiento que se le dé al paciente. Para este efecto, se codificó a los tratamientos de la siguiente manera:

Tipo de tratamiento	Codificación		
	Quimioterapia	Radioterapia	Cirugía
Sin tratamiento	0	0	0
Sólo cirugía	0	0	1
Sólo radioterapia	0	1	0
Cirugía y radioterapia	0	1	1
Sólo quimioterapia	1	0	0
Quimioterapia y cirugía	1	0	1
Quimioterapia y radioterapia	1	1	0
Los tres	1	1	1

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

tratamientos juntos			
---------------------	--	--	--

La prueba de Kruskal Wallis, es una prueba que sirve para comparar dos o más grupos divididos por los factores de una variable y saber si estos grupos tienen el mismo efecto o no en otra variable.

Para este efecto se debe cumplir que en cada grupo debe haber al menos 5 individuos y ser muestras independientes.

La hipótesis nula de esta prueba es que los efectos de los k grupos son iguales (a cada efecto se lo denota como  $\tau_i$ ), por lo que

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_k$$

Versus la hipótesis alterna: algún  $\tau_i$  es diferente de los demás.

Primero se debe ordenar a cada individuo según su tiempo de supervivencia y asignarle el número que le corresponda según el orden en que cayó, indiferentemente de a qué grupo pertenezca. Una vez que cada individuo tiene su propio rango, se halla la suma de los rangos total y por grupos. Las fórmulas están dadas a continuación:

Suma de rangos por grupos

$$R_j = \sum_{i=1}^{n_j} r_{ij}$$

Media de rangos por grupo

$$R_{.j} = \frac{R_j}{n_j}$$

El estadístico utilizado para esta prueba es el H, y su fórmula está dada por:

$$H = \left( \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right) - 3(n+1)$$

Donde  $k$  es el número de tratamientos,  $n_j$  desde 1 hasta  $k$  son los diferentes tamaños de los grupos, y  $n$  es la suma de los individuos.

Se rechaza la hipótesis nula si  $H$  es mayor a un valor  $\chi^2$  con  $k-1$  grados de libertad y a un nivel de significancia  $\alpha$ , y se la acepta si  $H$  es menor a este mismo valor.

Al analizar las estadísticas descriptivas de la muestra divididas en los 8 grupos, nos damos cuenta que el grupo 011 y el 001 tienen 2 y 3 individuos respectivamente, por lo que no se cumple un supuesto para realizar la prueba de Kruskal Wallis. Procedemos a agrupar estos dos tratamientos, verificando si estos son homogéneos por medio de la prueba de Mann Whitney para probar que ambos grupos de datos son de la misma población (hipótesis nula), de donde obtenemos la siguiente información:

Estadístico U	2
Valor P	0.553617

Con el valor  $p$  de 0.553617 podemos aceptar la hipótesis que los grupos 001 y 011 son de la misma población, por lo que lo agruparemos en uno solo para realizar las pruebas de Kruskal Wallis con los demás grupos.

Para un nivel de significancia de 0.05 y con 7 tratamientos o grupos, se realizan las siguientes pruebas con los siguientes grupos:

TABLA DE MEDIAS DE RANGOS DE LA PRUEBA DE TODOS LOS GRUPOS

Grupo	Nj	Media de rangos
000	76	80.81578827
010	6	159.5833282
001 - 011	5	175.6000061
100	113	156.7566376
101	8	217.5625
110	90	206.422226
111	12	182.9583282

Total	310	155.5
		Valor
Estadístico $\chi^2$		98.2373657
Grados de libertad		6
P		0.000

Se rechaza la hipótesis, lo implica que al menos un grupo tiene el tiempo de supervivencia de sus integrantes diferentes a los de los demás.

Al comparar la media de los rangos de cada grupo con la media de rangos total, podemos observar los valores de las medias de los rangos que están más alejadas de la media total de rangos, y así excluirlo. Este procedimiento se repite hasta que se acepte la hipótesis nula de homogeneidad en el valor del tiempo de supervivencia entre los grupos que participan en la prueba.

Para la siguiente prueba eliminaremos el grupo 000.

TABLA DE MEDIAS DE RANGOS DE LA PRUEBA SIN EL GRUPO 000

Grupo	nj	Media de rangos
001 - 011	5	116.099998
010	6	103.75
100	113	99.6991119
101	8	151.875
110	90	137.738892
111	12	117.875
Total	234	117.5

	Valor
Estadístico $\chi^2$	18.9514408
Grados de libertad	5
P	0.00196258

Se rechaza la hipótesis, lo que implica que todavía existe al menos un grupo que tiene el

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

tiempo de supervivencia de sus demás; aunque podemos notar que el p comienza a subir, lo que implica que el grupo 000 realmente tenía tiempos de supervivencia bastante diferentes a los demás.

Al analizar los valores de las medias de los rangos, nos damos cuenta que los grupos 111 y 001-

integrantes diferentes a los de los 011 tienen una media de rangos muy cercana a la media de rangos total. Por esta razón dividiremos a los grupos en dos: los grupos que tienen la media de rangos menor o igual a la media de rangos total, los que la tienen mayor o igual a la media de rangos total.

TABLA DE MEDIAS DE RANGOS DE CON POSIBLES AGRUPACIONES FINALES

Tipo de grupos con respecto a la media de rangos total	Grupos a los cuales se les realizó la prueba	P encontrado en la prueba
Con media menor a la a total y con media igual la total	010,100,011-001	0.897
	010,100,111	0.593
	010,100,111,011-001	0.753
Con media mayor a la total y con media igual a la total	110,101,011-001	0.529
	110,101,111	0.341
	110,101,111,011-001	0.499

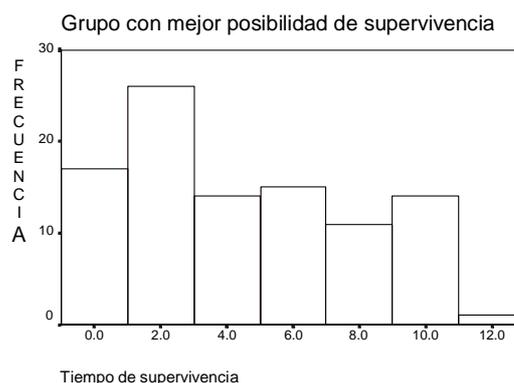
A pesar de que la unión de los grupos con media de rangos igual a la media de rangos total es válida para cualquiera de los otros grupos con medias mayor o menor que el de la media total, preferimos unirlos al grupo con media menor a la del total, puesto que para estas pruebas los p's obtenidos son mucho más altos.

Después de hacer todo este estudio podremos agrupar los datos en tres grupos con diferentes tiempo de supervivencia:

El grupo conformado por los que recibieron las combinaciones de quimioterapia y ya sea con radioterapia (110) o con cirugía (101), los cuales estadísticamente tienen el mismo efecto en el tiempo de supervivencia proporcionado al

individuo, es el que tiene un tiempo de supervivencia esperado mayor al resto de combinaciones de tratamientos. El tiempo de supervivencia esperado para este grupo es de 4.01 años y una desviación estándar de 3.33 años.

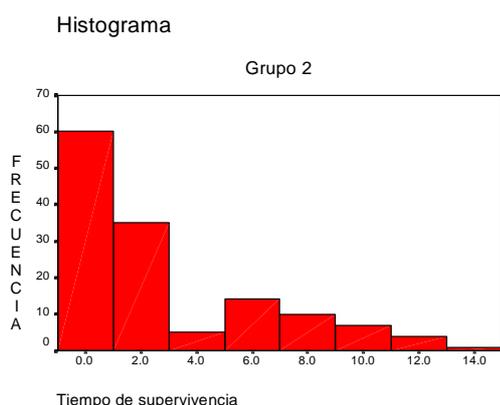
Histograma



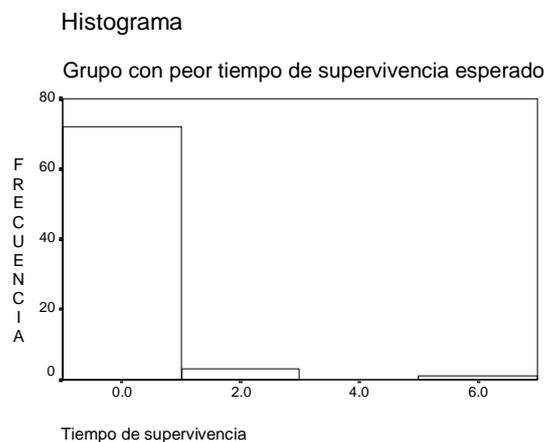
<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

El grupo conformado por los que recibieron tratamiento con sólo radioterapia (010), radioterapia y cirugía (011), sólo cirugía (001), sólo quimioterapia (100) o los tres tratamientos juntos (111) es el segundo grupo con mayor tiempo esperado de supervivencia, el cual es de 2.56 años con una desviación estándar de 3.49 años



El grupo que no recibe tratamiento (000), es el que tiene el tiempo de supervivencia esperado más bajo de todos, el cual es de 0.11 años con una desviación estándar de 0.6 años.



- Se construyó tablas de supervivencia para los principales tipos de carcinomas que afectan a Quito y Guayaquil, las cuales se muestran a continuación

#### TABLAS DE SUPERVIVENCIA DE NIÑOS CON CÁNCER EN GUAYAQUIL

##### Linfoma de hodkin

x	$l_x$	$d_x=l_x-l_{x+1}$	$q_x=d_x/l_x$	$p_x=1-q_x=l_{x+1}/l_x$	$l_{x+1}/l_0$	$d_x/l_0$	Error#
0	26	2	0.0769	0.9231	0.9231	0.0769	0.0532
1	24	1	0.0417	0.9583	0.8846	0.0385	0.0643
2	23	0	0	1	0.8846	0	0.0643
3	23	1	0.0435	0.9565	0.8462	0.0385	0.0732
4	22	0	0	1	0.8462	0	0.0732
5.0+	22	0	0	1	**	**	**

##### Leucemia linfoide

x	$l_x$	$d_x=l_x-l_{x+1}$	$q_x=d_x/l_x$	$p_x=1-q_x=l_{x+1}/l_x$	$l_{x+1}/l_0$	$d_x/l_0$	Error#
0	205	129	0.6293	0.3707	0.3707	0.6293	0.0337
1	76	17	0.2237	0.7763	0.2878	0.0829	0.0316
2	59	14	0.2373	0.7627	0.2195	0.0683	0.0289
3	45	6	0.1333	0.8667	0.1902	0.0293	0.0274

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

4	39	4	0.1026	0.8974	0.1707	0.0195	0.0263
5.0+	35	1	0.0556	0.9444	**	**	**

## TABLAS DE SUPERVIVENCIA DE NIÑOS CON CÁNCER EN QUITO

### Leucemia linfoide

x	$l_x$	$d_x=l_x-l_{x+1}$	$q_x=d_x/l_x$	$p_x=1-q_x=l_{x+1}/l_x$	$l_{x+1}/l_0$	$d_x/l_0$	Error#
0	52	12	0.230769	0.769230769	0.76923	0.230769	0.059
1	40	5	0.125	0.875	0.67308	0.096154	0.0657
2	35	4	0.114286	0.885714286	0.59615	0.076923	0.0687
3	31	3	0.096774	0.903225806	0.53846	0.057692	0.0698
4	28	1	0.03571	0.964285714	0.51923	0.01923	0.07
5.0+	27	27	1	0	**	**	**

# Para encontrar el error utilizamos la fórmula del estimador de la desviación estándar de la proporción, el cual está dado por la fórmula

$$\sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}}$$

Donde

x: número de años que transcurren desde que el niño empezó su tratamiento.

$l_x$ : número de niños vivos al tiempo x de tratamiento.

$d_x$ : número de niños fallecidos al tiempo x de tratamiento.

$q_x$ : probabilidad que un niño que está vivo al tiempo de tratamiento x, no sobreviva al tiempo x+1.

$p_x$ : probabilidad que un niño que está vivo al tiempo de tratamiento x, sobreviva al tiempo x+1.

$l_{x+1}/l_0$ : probabilidad de que un niño sobreviva al x+1 del año de tratamiento.

$D_x/l_0$ : probabilidad de que un niño fallezca al x año de tratamiento

En la tabla de supervivencia, se nota claramente lo mortal que es la leucemia en los niños, ya que sólo sobreviven el 17.07% de los niños al quinto año de tratamiento, al contrario que el linfoma

de hodkin que tiene una probabilidad de 84.62 de supervivencia al quinto año.

Se nota una gran diferencia entre el porcentaje de supervivencia de niños con leucemia en la ciudad de Guayaquil y en la ciudad de Quito, al quinto año de tratamiento. En Quito, el porcentaje de niños que viven al quinto año de tratamiento es de 51.92%. mientras que en Guayaquil sólo es de 17.07%.

El porcentaje de mortalidad más elevado lo encontramos al primer año de tratamiento. En Guayaquil, al primer año de tratamiento mueren aproximadamente 62.93% de los niños con leucemia y 7.69% de los niños con linfoma de hodkin; y en Quito fallecen 23.07% de los niños con leucemia en el primer año de tratamiento.

La etapa más difícil en el tratamiento de la leucemia en niños es el primer año, puesto que tiene un mayor índice de muerte, el cual va disminuyendo a medida que pasa el tiempo. La razón principal de este factor es que el 90% de los pacientes que ingresan a las instituciones tratantes se encuentran en estado de desnutrición, y de este 90%,

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

72% se encuentran en etapas avanzadas del cáncer; lo que impide el tratamiento

- Como último análisis, se tiene como objetivo encontrar algún modelo matemático que nos ayude a predecir el número de pacientes de los principales tipos de carcinoma por año que va a tener Solca de Guayaquil. Puesto que se encontró que los errores de los datos eran independientes y por lo tanto de covarianza nula, no se pudo utilizar el método de series temporales; por lo que se trató de encontrar un modelo matemático por medio de regresión multivariada, ya que las correlaciones entre el número de pacientes de cada tipo de carcinoma era alta. Se muestra el modelo utilizado

$$Y_{n \times m} = Z_{n \times (r+1)} * \beta_{(r+1) \times m} + \varepsilon_{n \times m}$$

Donde Y, Z,  $\beta$ ,  $\varepsilon$  son elementos del espacio matrices, y  $E(\varepsilon_{(i)}) = 0$ ,  $Cov(\varepsilon_{(i)}, \varepsilon_{(j)}) = \sigma_{ik} I$ ;  $i, k = 1, 2, \dots, m$

Las m características del j\_ésimo individuo tienen una matriz de covarianza  $\Sigma = \{\sigma_{ik}\}$ , pero las características de diferentes individuos tienen un valor de correlación igual a cero. En este caso  $\beta$  es un parámetro desconocido, la matriz de diseño Z tiene en su j\_ésima fila a los valores  $[z_{j0}, z_{j1}, \dots, z_{jr}]$ .

Al aplicar este modelo a nuestros datos, consideramos a la cantidad de pacientes por tipo de cáncer como las características a predecir; por lo tanto

y la erradicación de este mal a tiempo, según explica el doctor tratante.

m es igual a 7 en el caso de pacientes masculinos y 8 en el caso de los pacientes femenino. El tamaño de muestra es igual a 12, ya que son 12 años a estudiar. Se considera a r como 1, puesto que la única variable de explicación es el año.

Entonces:

La matriz de diseño para hallar el número de pacientes que serán atendidos en Solca de Guayaquil tiene un tamaño de 12 por 2; donde la primera columna está constituida por unos, y es la que está asociada con la elevación natural, y la segunda la componen los años 1985 hasta 1996.

La matriz de respuesta para los pacientes masculinos tiene un tamaño de 12 por 7. Cada columna representa un tipo diferente de cáncer, y cada fila representa un año diferente.

La matriz de respuesta para las pacientes femeninas tiene un tamaño de 12 por 8. Cada columna representa un tipo diferente de cáncer, y cada fila representa un año diferente. Al utilizar el método de mínimos cuadrados muy conocido para encontrar la estimación de los parámetros desconocidos  $\beta$ 's, encontramos que la matriz de estimadores de los parámetros desconocidos para encontrar el número de pacientes masculinos es

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} 3460.34 & 1010.25 & -1119.45 & -2063.99 & -6176.13 & -9474.94 & -14374.22 \\ -1.7167 & -0.493 & 0.5769 & 1.06643 & 3.11888 & 4.7797 & 7.3286 \end{bmatrix}$$

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

La matriz de estimadores de los parámetros desconocidos para encontrar el número de pacientes femeninos es

$$\hat{\beta} = \begin{pmatrix} 24643 & -73216 & -167489 & -319634 & -821677 & -362614 & -137216 & -158173 \\ -1.21 & 0.378 & 8.48 & 1.62 & 4.144 & 1.836 & 7.12 & 8.035 \end{pmatrix}$$

Con esta información, presentamos los resultados comparando las estimaciones con los datos reales de los años 1997 y 1998 para pacientes de ambos sexos:

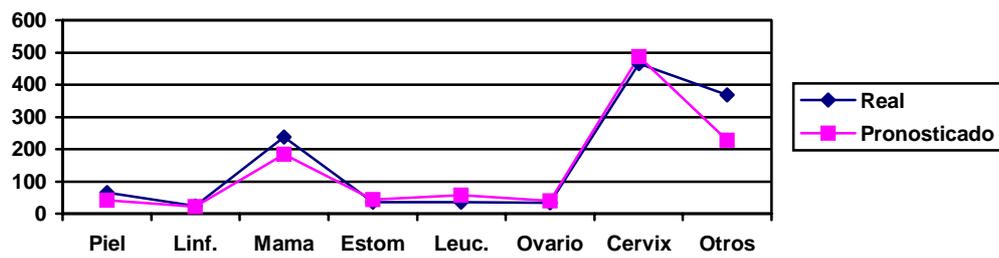
		1997							
		Mujer							
		Piel	Linf.	Mama	Estom	Leuc.	Ovario	Cervix	Otros
Real		65	23	238	36	36	34	466	368
Pronosticado		41.36	21.95	183.69	43.54	57.51	39.68	487.83	228.56
Error		23.64	1.05	54.31	-7.54	-16.51	-5.68	-21.83	139.44
% error		36%	5%	23%	-21%	-40%	-17%	-5%	38%
		Hombre							
		Piel	Linf.	Pulmón	Estom	Leuc.	Próstata	Otros	
Real		77	27	40	74	43	112	285	
Pronosticado		31.92	25.71	32.67	65.58	52.27	70.15	261.17	
Error		45.08	1.29	7.33	8.42	-9.27	41.85	23.83	
% error		59%	5%	18%	11%	-22%	37%	8%	
		1998							
		Mujer							
		Piel	Linf.	Mama	Estom	Leuc.	Ovario	Cervix	Otros
Real		71	28	209	65	51	34	385	1294
Pronosticado		40.15	22.33	192.18	45.17	61.66	41.52	494.95	236.59
Error		30.85	5.67	16.82	19.83	-10.66	-7.52	-109.95	1057.41
% error		43%	20%	8%	31%	-21%	-22%	-29%	82%
		Hombre							
		Piel	Linf.	Pulmon	Estom	Leuc.	Próstata	Otros	
Real		76	27	30	93	50	100	291	
Pronosticado		30,21	25,22	33,24	66,75	55,39	74,93	268,47	
Error		45.79	1.78	-3.24	26.25	-5.39	25.07	22.53	
% error		60%	7%	-11%	28%	-11%	25%	8%	

Donde Linf son linfomas, esto significa estómago y leuc significa leucemia.

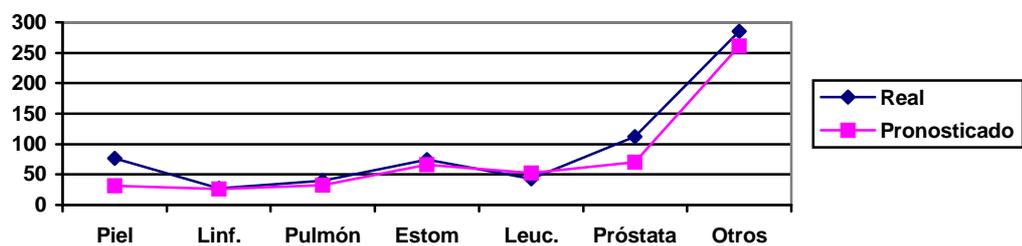
<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

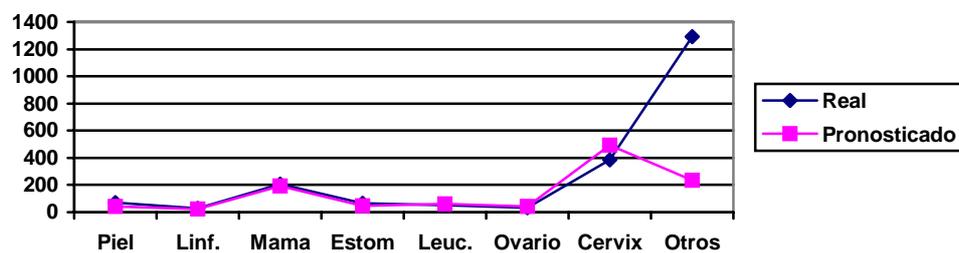
Mujeres 1997



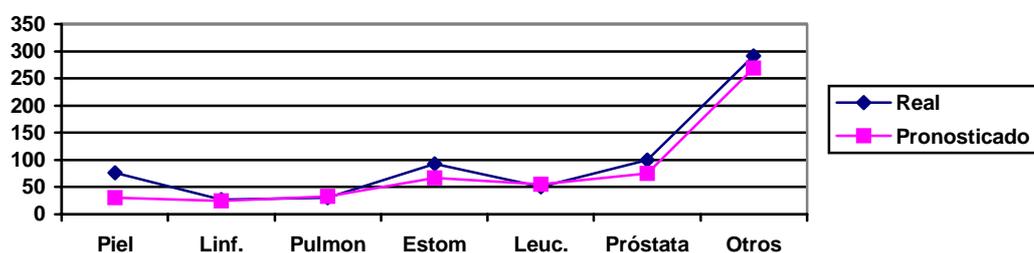
Hombres 1997



Mujeres 1998



Hombres 1998



Los errores en leucemia de hombres son menores a los errores en leucemia de mujeres.

Los errores en la predicción de personas con linfomas es bastante bajo (entre el 5 y el 20 por ciento).

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

El error en la cantidad de mujeres con carcinoma de cervix es bastante bajo en el año 1997 (-5%)

El error en la cantidad de mujeres con carcinoma de mamas es bastante bajo en el año 1998 (-8%)

El error para el año 1998 de personas con leucemia es menor al error en el año 1997.

### 3. CONCLUSIONES

- En el análisis univariado, se concluye que la mayor cantidad de niños atendidos en Solca son menores de 5 años (51.9%), que el 53.1% de los niños atendidos sufren de leucemia y que sólo el 14.4% se encuentran bien hasta el año 1999.
- Analizando las pruebas de independencia con las tablas de contingencia al 95% de confianza, observamos que sólo hay dependencia entre las variables estado-tipo de cáncer y entre edad-tiempo de salida.
- En Guayaquil y Quito hay una alta incidencia de abandonos en el tratamiento (49.7%). Del resto de la población que continúa en el tratamiento, todavía continúan con vida el 29% de esta, es decir el 14.58% del total de la población. Al preguntar al Dr. Paulson, el cual trató a la mayoría de estos niños, da como principales razones de este fenómeno a la ignorancia de los padres, la situación económica de la familia, por idiosincrasia o por factores sociales.
- La etapa más difícil en el tratamiento de la leucemia en niños es el primer año, puesto que tiene un mayor índice de muerte (64.3%), el cual va disminuyendo a medida que pasa el tiempo. La razón principal de este factor es que el 90% de los pacientes que ingresan a las instituciones tratantes

se encuentran en estado de desnutrición; y de este 90%, 72% se encuentran en etapas avanzadas del cáncer; lo que impide el tratamiento y la erradicación de este mal a tiempo, según explica el doctor tratante.

- En el análisis de varianza realizado, se trató a las diferentes combinaciones de los tratamientos (quimioterapia, radioterapia y cirugía), y se los estudió según el tiempo de supervivencia que brindan al paciente. Como resultado, se encontraron tres grupos de combinaciones, tales que el tiempo de supervivencia entre las combinaciones del mismo grupo son homogéneos; y, heterogéneos entre las combinaciones de diferentes grupos.
- En general, el modelo de regresión se ajustó a los datos y las predicciones tuvieron un índice de error bajo, a excepción de la categoría otros carcinomas de pacientes femeninos en el año 1998.

### 4. RECOMENDACIONES

- Sugiero que no sólo se realicen campañas de información sobre los métodos de detección temprana de los carcinomas; sino que también se lleve a cabo un programa de información a la comunidad a través de los medios de comunicación más utilizados sobre los síntomas y factores de riesgos de los principales carcinomas que afectan a nuestra comunidad; y tratar de crear una cultura médica preventiva, la cual es menos costosa que la curativa que predomina en nuestro medio.
- Se recomienda a las instituciones que son encargadas del tratamiento para esta enfermedad que noten lo imperante que es implementar procesos adecuados de recolección

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

de datos de los pacientes atendidos, y así poder realizar un seguimiento de los que desertan del tratamiento y de esta forma poder comparar la supervivencia de estos con los que continúan el tratamiento. Además, esto ayudaría a realizar estudios más profundos para poder asociar algunas de nuestras costumbres con los carcinomas más comunes en la población, y el porqué de la diferencia con otras poblaciones a nivel mundial.

- Se recomienda dar mayor cuidado y atención, tanto psicológica como física, a los niños menores de 4 años y a sus padres; puesto que estos niños son los que tienen un mayor índice de mortalidad y de abandono.
- Por la diferencia en el tiempo de supervivencia entre los pacientes con las diferentes combinaciones de tratamientos, se recomienda realizar un diseño experimental con tres factores de dos niveles cada uno, donde se pueda medir el efecto de estos tratamientos en el tiempo de supervivencia de los pacientes.
- Sería interesante realizar un experimento entre personas que utilizaron tratamientos convencionales para erradicar esta mortífera enfermedad y las que utilizaron los tratamientos de medicina alternativa; como tratamientos onniopáticos, naturistas, entre otros; y analizar como variable de respuesta al tiempo de supervivencia de cada grupo para establecer si estadísticamente los resultados difieren entre los dos grupos

## BIBLIOGRAFÍA

1. SCHEAFFER RICHARD L.  
Estadística Matemática con  
Aplicaciones, Grupo Editorial  
Iberoamérica

2. NETER JOHN, WASSERMAN WILLIAM, Applied Linear Statistical Models. Richard D. Irwin, Inc. Illinois, 1974.
3. SEBER G.A.F., Linear Regression Analysis. John Wiley and sons, inc. New York, 1977.
4. HOLLANDER MYLES, WOLF DOUGLAS A., Nonparametrical Statistical Methods, John Willy and sons, inc. Estados Unidos, 1973.
5. REGISTRO NACIONAL DE TUMORES. Cáncer en Quito 1995 y 1996. AH/editorial. Quito, 1998.
6. DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA DE SOLCA, Historias clínicas y reportes generados. Guayaquil, 1985-1998.
7. Archivos de historias clínicas de la Cruz Roja de Quito, 1985-1996.
8. KRAMAROVA E., DRAPER G.J., MASUYER E., MICHAELIS J., International Incidence of Childhood Cancer. D.M. Parkin ed. Lyon, Francia, 1998
9. WHELAN S.L., FERLAY J., RAYMOND L., YOUNG J., Cancer Incidence in five continents, Volumen VII. D.M. Parkin ed. Lyon, Francia, 1997
10. NORTH AMERICAN ASSOCIATION OF CENTRAL CANCER REGISTRIES, Cancer in North America, 1991-1995. Vivien W. Chen, Cheng Wu Xiao, Andrews Patricia. Louisiana, 1999.
11. HOSSFELD D.K., SHERMAN C.D., LOVE R.R., BOSCH F.X., Manual de Oncología Clínica, quinta edición. Ediciones Doyma S.A. Barcelona, 1992
12. Diccionario terminológico de ciencias médicas. Salvat editores S.A. Barcelona, 1982.

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador

13. Diccionario enciclopédico ilustrado de medicina Dorland. Nueva editorial Interamericana. México D.F., 1986
14. Lista tabular de las morfologías de las neoplasias.
15. Página web [www-dep.iarc.fr/iacr.htm](http://www-dep.iarc.fr/iacr.htm)

<sup>1</sup> M.Sc., Profesora, Instituto de Ciencias Matemáticas, ESPOL, Guayaquil - Ecuador

<sup>2</sup> Ing. Estadística Informática, ESPOL Guayaquil Ecuador