

Análisis de los factores de riesgo de bajo peso al nacer a partir de un modelo logístico polinómico

Analysis of some risk factors about low weight in infants at birth from a logistic model polynomial

Kennedy Hurtado Ibarra¹, Deivis Rodríguez Cuadro², Evaristo Navarro Manotas³, Carlos Camacho Castro⁴, Sergio Nieves Vanegas⁵

^{1,3} *Docente Investigador. Universidad de la Costa. Grupo de Investigación Producom.*

² *Docente Investigador. Universidad de la Costa. Grupo de Investigación Gimicuc.*

⁴ *Docente Investigador. Universidad de la Costa. Grupo de Investigación Gicade.*

⁵ *Docente Tiempo Completo. Universidad Autónoma del Caribe. Grupo de Investigación G.M.A.*

E-mail: sergio.nieves@uac.edu.co

Recibido 9/11/14, Aceptado 29/12/2014

Cite this article as: K. Hurtado, D. Rodríguez, E. Navarro, C. Camacho, S. Nieves

"Analysis of some risk factors about low weight in infants at birth from a logistic model polynomial", *Prospect*, Vol 13, N° 1, 76-85, 2015.

RESUMEN

En esta investigación se identificaron los múltiples factores de riesgo relacionados con el bajo peso y el peso deficiente en un grupo de recién nacidos de la ciudad de Barranquilla y su área. El estudio se realizó con una muestra aleatoria de 200 registros de nacidos vivos obtenidos del censo del DANE para el año 2008. En el modelo, los factores de riesgo incluidos fueron el género, tallas de los recién nacidos, tiempo de gestación, número de consultas prenatales que tuvo la madre, tipo de parto de este nacimiento, edad de la madre, número de hijos nacidos vivos que ha tenido la madre y número de embarazos. Se estimó que hay poco riesgo de nacer con bajo peso, cuando el nacimiento es el de un niño con menos de 36 semanas de gestación con 46 cm de talla. Por otra parte, el riesgo de nacer con peso deficiente es mayor, por lo general, en niñas con aproximadamente 48 cm de talla y de 39 semanas de gestación.

Palabras clave: Nacimiento, Peso, Estimación, Modelo estadístico polinómico, Factores, Riesgos, Razones odds.

ABSTRACT

In this research was identified the multiple risk factors associated with low weight and underweight in a group of newborns from the city of Barranquilla and its area. The study was conducted with a random sample of 200 records of births obtained DANE census for 2008. In the model, the risk factors included were gender, size of newborns, gestational age, number of antenatal cares that took the mother, type of delivery of this birth, maternal age, number of children born alive to mother and number of pregnancies. It was considered that there is little risk of low birth weight, when the birth of a child is less than 36 weeks gestation with 46 cm in length. Moreover, the risk of being born with underweight is higher, usually in girls with about 48 cm long and 39 weeks of gestation.

Key words: Birth, Weight, estimation, Polynomial Statistical Model, Factors, Risks, Odds ratio.

1. INTRODUCCIÓN

El bajo peso al nacer se considera un problema mundial de salud que determina la probabilidad de vida de un recién nacido, así como su apropiado crecimiento y desarrollo.

Bajo la misma perspectiva, los nacidos vivos con peso bajo presentan mayores riesgos en sufrir patologías serias durante el periodo neonatal, además de padecer incapacidades permanentes, y en un mayor porcentaje causar la muerte. Investigaciones en la atención médica neonatal, revelan

que aproximadamente uno de cada doce niños nace con bajo peso, los cuales manifiestan que los problemas más frecuentes son retraso mental, problemas de aprendizaje, parálisis cerebral y la pérdida de la vista y la audición. Se debe tener en cuenta que este problema no solo afecta la salud del nacido sino que genera un incremento innecesario de la demanda de atención médica, causa trastornos familiares y sobrecarga los presupuestos de los servicios de cuidados intensivos y neonatales especiales.

Dentro de las razones principales por las cuales un niño pueda nacer con bajo peso encontramos:

- Nacimiento prematuro, definido como el nacimiento de un bebé antes de cumplir las 37 semanas, los cuales representan el setenta por ciento de los niños nacidos con bajo peso.
- Crecimiento limitado del feto, que son los niños pequeños para su edad gestacional.

Las causas de un parto prematuro no se conocen con exactitud, sin embargo, se sabe que las mujeres que tuvieron un bebé prematuro en un embarazo anterior, esperan mellizos, trillizos o más bebés, y con ciertas anomalías en el útero o cuello uterino, además mayor probabilidad de tener un parto prematuro. Otros factores de riesgo del bajo peso al nacer encontrados con mayor frecuencia en la literatura médica son los siguientes [1]:

- Desnutrición de la madre.
- Embarazo en la adolescencia.
- Problemas de salud crónicos de la madre.
- Infecciones de la madre.
- Infecciones del feto.
- Problemas de la placenta.
- Defectos congénitos.
- El uso de alcohol, cigarrillo y drogas ilícitas.
- El control tardío generado por el deficiente acceso a los servicios de salud, factor marcado por las condiciones socio económicas y culturales, que impiden en gran medida la captación temprana de la gestante.
- Algunos factores de riesgo psicosociales como el estado civil, el embarazo planeado, la permanencia del padre del bebé durante el embarazo y la aceptación del mismo por parte de la familia.
- Periodos intergenésico menores de dos años y más aún cuando es menos de un año. Así mismo cuando el intervalo es mayor de cuatro años ya que la madre puede considerarse primigestante con los riesgos que ello implica.
- Antecedentes gestacionales tales como, abortos, mortinatos, muertes neonatales, recién nacidos de bajo peso, prematuros y partos por cesárea.

Los bebés nacidos con bajo peso son más propensos que los bebés de peso normal a tener problemas de salud du-

rante sus primeras semanas de vida. Los problemas médicos graves son más comunes en los bebés que nacen con un peso muy bajo [2].

- Síndrome de dificultad respiratoria. Este problema en la respiración es común en los bebés que nacen antes de las 34 semanas de gestación. Los bebés con síndrome de dificultad respiratoria carecen de una proteína llamada surfactante, que impide que los alvéolos pulmonares se colapsen. El tratamiento con surfactante ayuda a los bebés a respirar con más facilidad. Los bebés con síndrome de dificultad respiratoria pueden necesitar oxígeno adicional y asistencia respiratoria mecánica para mantener dilatados los pulmones. Los bebés más enfermos pueden necesitar temporalmente la ayuda de un respirador que respire por ellos mientras sus pulmones maduran.
- Hemorragia cerebral se produce en algunos bebés nacidos con un peso muy bajo, por lo general dentro de los primeros tres días de vida. Casi todas las hemorragias son leves y se resuelven solas, provocando pocas o ninguna consecuencia permanente. Las hemorragias más graves pueden causar una presión sobre el cerebro que, en algunos casos, lleva a daño cerebral. En estos casos, los cirujanos suelen introducir un tubo en el cerebro para drenar el líquido y reducir el riesgo de daño cerebral. En los casos más leves se utilizan medicamentos que permiten reducir la acumulación de líquido.
- Ductus arteriosus patente es un problema cardíaco comúnmente observado en los bebés prematuros. Antes de nacer, el feto tiene una gran arteria llamada ductus arteriosus o conducto arterioso, que impide que la sangre pase por los pulmones. Normalmente, el conducto se cierra poco después del nacimiento para que la sangre pueda circular hacia los pulmones y absorber oxígeno. En los bebés prematuros, el conducto no siempre se cierra adecuadamente, lo cual puede llevar a insuficiencia cardíaca. A los bebés con ductus arteriosus patente se los trata con un medicamento que ayuda a cerrar el conducto, aunque puede hacer falta una cirugía si el medicamento no funciona.
- Enterocolitis necrotizante. Este problema intestinal potencialmente peligroso suele desarrollarse de dos a tres semanas después del nacimiento y puede llevar a dificultades de alimentación, hinchazón abdominal y otras complicaciones. Los bebés con enterocolitis necrotizante se tratan con antibióticos y se los alimenta por vía intravenosa mientras su intestino se cura. En algunos casos, hace falta una cirugía para extirpar secciones dañadas de intestino.
- Retinopatía de la premadurez es un crecimiento anormal de los vasos sanguíneos del ojo que puede llevar a la pérdida de la vista y se produce principalmente en los bebés nacidos antes de las 32 semanas

de gestación. En su mayoría, los casos se curan solos con poca o ninguna pérdida de la visión. En los casos más severos, el oftalmólogo puede tratar los vasos anormales con láser o con crioterapia (congelamiento) para preservar la visión.

- Algunos bebés nacidos con peso bajo poseen un desequilibrio en la cantidad de sales o de agua, o insuficiente cantidad de azúcar en la sangre (hipoglicemia), que pueden causar daños cerebrales.
- Los bebés prematuros son más propensos a desarrollar ictericia y a ponerse amarillos porque su hígado puede tardar en comenzar a funcionar independientemente. Si el problema es grave puede causar daños cerebrales.
- Un bebé prematuro puede ser anémico. Lo normal es que un feto vaya almacenando hierro durante el embarazo y lo utilice después de nacer para producir glóbulos rojos. Los bebés que nacen antes de tiempo, pueden no haber tenido tiempo suficiente como para almacenar hierro.
- Los bebés de bajo peso al nacer pueden no poseer suficiente grasa como para mantener la temperatura normal del cuerpo. La baja temperatura del cuerpo puede a su vez causar cambios bioquímicos en la sangre y provocar crecimiento más lento.

Algunos estudios sugieren que las personas que nacieron con bajo peso pueden tener un riesgo mayor de tener ciertos trastornos crónicos en la adultez. Estos trastornos incluyen, entre otros, alta presión arterial, diabetes tipo 2 y enfermedad cardíaca. Cuando estos trastornos se dan juntos, se conocen como síndrome metabólico. Aún se desconoce qué tan bajo debe ser el peso al nacer para contribuir a estos trastornos en la adultez. Los múltiples factores de riesgo relacionados con el bajo peso y el peso deficiente al nacer constituyen una preocupación importante de los programas de atención materno infantil y en general de la salud pública. Entre las intervenciones dirigidas a la comunidad se ha de recalcar el brindar educación para la salud y la nutrición, mejorar el acceso y la eficiencia de los servicios de salud, el control a la gestante haciendo énfasis en la adolescente; el control del bajo peso en las mujeres y la disminución de factores sociales como el consumo de alcohol y sustancias psicoactivas [3]. Las acciones de salud eficaces como asegurar un adecuado control prenatal, la suplementación en especial con hierro y ácido fólico y la vigilancia del estado nutricional durante la gestación, podrían garantizar el aumento adecuado de peso y mejorar las posibilidades de lograr un adecuado peso al nacer.

Teniendo en cuenta las causas y las consecuencias del bajo peso al nacer definidas anteriormente, el objetivo del presente artículo es implementar un modelo logístico polinómico que prediga los factores que tienen mayor influencia con el bajo peso de los nacidos. Para tal propósito, se cuen-

ta con una base de datos que suministra la información referente al peso del nacido y detalles del nacimiento, necesaria para estimar dicho modelo. En el modelo, los pesos de los nacidos fue dividida en tres categorías: Bajo peso al nacer, peso deficiente y peso normal. El bajo peso al nacer está definido por un grupo de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la clasificación internacional de enfermedades como niños que nacen con un peso menor de 2500 gramos; el peso deficiente es una categoría del peso al nacer e incluye a los niños que nacen con peso entre 2500 g y 2999 g [4]. Es importante destacar que las tasas de mortalidad infantil de los niños con peso deficiente son dos a tres veces mayores que las de los niños que nacen en el grupo de peso normal (mayor de 3000 g) [5]. Por otro lado, los factores dependientes del bajo peso al nacer en los niños, fueron relevantes los datos del nacido y de la madre, con las cuales finalmente se generó el modelo logístico polinómico.

2. METODOLOGÍA

Para determinar los factores que influyen en los nacidos vivos con bajo peso en la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana, se propone un modelo de regresión logística polinómico. La presente investigación está basada en información obtenida de los registros estadísticos de los nacidos vivos en el distrito de Barranquilla y su área metropolitana proporcionados por el Departamento Administrativo de Estadística (DANE) para el año 2008. El número de registros obtenidos corresponden a 5000 nacidos vivos, sin embargo mediante procedimiento aleatorio se obtuvo una muestra constituida por 200 registros [6]. Para el estudio, se consideró como factor o variable de interés el peso del nacido vivo en el distrito de Barranquilla y su área metropolitana, clasificada según los criterios de la OMS y el Centro Latinoamericano de Perinatología tal como se evidencia en la tabla 1. Los factores o variables independientes son aquellas con posibilidad de influencia sobre la variable de interés y que están relacionadas con los antecedentes de la madre, características del feto y del parto [7].

Tabla 1. Factor o variable de interés.

Table 1. Factor or variable interest.

Peso (PN)	Niveles	Rango
Bajo peso al nacer	1	<2.500 gramos
Peso deficiente	2	2500g a 2.999 gramos
Normal	3	≥ 3.000 gramos

En la tabla 2 detalla cada uno de los factores de análisis con su respectiva abreviatura.

Tabla 2. Factores o variables independientes.
Table 2. Factors or independent variables.

Factor o variable	Descripción	Código/valores	Abreviatura
1	Sexo del nacido vivo	1=Masculino 2=Femenino	SEX
2	Talla del nacido vivo	Centímetro	TN
3	Tiempo de gestación del nacido vivo	Semanas	TG
4	Número de consultas prenatales que tuvo la madre del nacido vivo	—	NC
5	Tipo de parto de este nacimiento	1=Espontaneo 2=Cesárea	TP
6	Edad de la madre	Años	EM
7	Número de hijos nacidos vivos que ha tenido la madre, incluido el presente.	---	NH
8	Número de embarazos incluido el presente.	---	NEB

Tabla 3. Información del ajuste del modelo.
Table 3. Details the model fit.

Modelo	Criterio de ajuste del modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
		Chi-cuadrado	GI	Sig.
	-2 log verosimilitud			
Sólo la intersección	302,509			
Final	191,143	111,367	16	,000

3. RESULTADOS

Para este trabajo se utilizó el paquete estadístico SPSS de Windows, versión 18.0 (2012).

A continuación en la tabla 3, se muestra el resultado de la prueba de hipótesis:

H_0 : el modelo es adecuado solo con la constante.
 H_1 : el modelo no es adecuado solo con la constante.

Debido a que el p-valor de la prueba es menor que 0.05; como se observa en la tabla 3, se rechaza la hipótesis nula; por tanto las variables explicativas mejoran el modelo de forma significativa respecto al modelo con solo la constante. Lo cual nos indica que las variables explicativas tienen influencias con el peso de los nacidos.

Esta aseveración se puede validar con la prueba de bondad de ajuste, cuyas hipótesis son:

H_0 : el modelo se ajusta adecuadamente a los datos.
 H_1 : el modelo no se ajusta adecuadamente a los datos.

Tabla 4. Bondad de ajuste.
Table 4. Goodness of fit.

	Chi-cuadrado	GI	Sig.
Pearson	260,490	360	1,000
Desviación	191,143	360	1,000

Debido al que el p-valor de la prueba es mayor a 0.05; como se observa en la tabla 4, no se rechaza la hipótesis nula, por tanto podemos concluir que el modelo ajusta adecuadamente a los datos. Con base en estas evidencias, no existen diferencias significativas entre la distribución de las frecuencias observadas en la muestra y la distribución teórica de la población.

En la tabla 5, el estadístico pseudo R-cuadrado es el que muestra la variabilidad explicada por el modelo. Se tomara como referencia el resultado por el R- cuadrado

Nagelkerke que muestra al modelo explicando el 55.8 % de la variabilidad de la respuesta, esto indica que un 55.8% de los pesos de los nacidos es explicado por las variables introducidas en el modelo.

Tabla 5. Pseudo R-cuadrado.

Table 5. Pseudo R-squared.

Cox y Snell	,445
Nagelkerke	,558
McFadden	,368

La tabla 6 muestra el resultado de la prueba de hipótesis para la significación de cada variable de interés con coeficiente β_k :

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0$$

Tabla 6. Contrastes de la razón de verosimilitud.

Table 6. Contrasts the likelihood ratio.

Efecto	Criterio de ajuste del modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
		Chi-cuadrado	Gl	Sig.
	-2 log verosimilitud del modelo reducido			
Intersección	191,143 ^a	,000	0	.
TN	239,068	47,926	2	,000
TG	218,421	27,279	2	,000
NC	195,020	3,878	2	,144
EM	193,155	2,012	2	,366
NH	191,426	,284	2	,868
NEB	191,746	,604	2	,740
SEX	195,752	4,610	2	,010
TP	192,434	1,291	2	,524

Observando la tabla 6 de contraste de la razón de verosimilitud, se tiene que las variables talla del nacido, tiempo de gestación y sexo tienen un p-valor menor que 0.05, lo que nos indica que son significativas para el modelo; El número de hijos, número de embarazo, número de consultas, tipo de parto, edad de la madre y número de embarazos no son significativas para el modelo; por lo tanto es necesario realizar una depuración de estas variables. Luego de realizar el proceso de depuración, se obtienen las variables significativas en el modelo que se muestran en la tabla 7 de contraste de razón de verosimilitud. Debido a que los p- valores para las correspondientes variables son menores de 0.05 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto los parámetros aportan y contribuyen al modelo. Es decir, las variables talla del nacido, tiempo de gestación y sexo influyen significativamente en el peso del nacido.

Tabla 7. Contrastes de la razón de verosimilitud.

Table 7. Contrasts of the likelihood ratio.

Efecto	Criterio de ajuste del modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
		Chi-cuadrado	gl	Sig.
	-2 log verosimilitud del modelo reducido			
Intersección	154,425 ^a	,000	0	.
TN	200,341	45,915	2	,000
TG	182,079	27,654	2	,000
SEX	160,956	6,530	2	,038

La tabla 8 de los parámetros estimados, resume el efecto de cada predictor, el cuadrado del cociente de la estimación del parámetro y su error estándar es igual a la estadística de Wald. Los parámetros con coeficientes negativos disminuyen la probabilidad de la categoría de respuesta con respecto a la categoría de referencia. Los parámetros con coeficiente positivo aumentan la probabilidad de la categoría de respuesta.

De acuerdo a la tabla 8 los mejores submodelos están constituido por [7]:

$$\ln \left(\frac{P(PN=1 | TN, TG, SEX)}{P(PN=3 | TN, TG, SEX)} \right) = 77.894 - 0.733TN - 1.173TG - 1.054(SEX = 1) \quad (1.1)$$

$$\ln \left(\frac{P(PN=2 | TN, TG, SEX)}{P(PN=3 | TN, TG, SEX)} \right) = 36,001 - 0.459TN - 0.366TG - 0.985(SEX = 1) \quad (1.2)$$

Analizando los valores de Exp(B) en la tabla 8 para el bajo peso y peso deficiente de los nacidos, se tiene que:

Exp(B) = 0.481 = $OR_{[PN=1,3](TN=X+1,X)}$ muestra que cuando el recién nacido tiene una talla mayor en una unidad, el Riesgo relativo de que tenga bajo peso es 0.481 veces menor que el que tenga peso normal, y 0.632 veces menor de que tenga peso deficiente a que tenga peso normal.

Tabla 8. Estimaciones de los parámetros.
Table 8. Parameter estimates.

Peso del nacido		B	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	Intervalo de confianza al 95% para Exp(B)	
								Límite inferior	Límite superior
Peso bajo	Intersección	77,894	13,571	32,947	1	,000			
	TN	-,733	,153	22,845	1	,000	,481	,356	,649
	TG	-1,173	,274	18,315	1	,000	,309	,181	,529
	[SEX=1]	-1,054	,750	1,975	1	,160	,349	,080	1,516
	[SEX=2]	0 ^b	.	.	0
Peso deficiente	Intersección	36,001	7,804	21,281	1	,000			
	TN	-,459	,101	20,620	1	,000	,632	,518	,770
	TG	-,366	,155	5,588	1	,018	,693	,512	,939
	[SEX=1]	-,985	,410	5,767	1	,016	,374	,167	,834
	[SEX=2]	0 ^b	.	.	0

De estas dos OR se tiene que

$$OR_{[PN=1,2](TN=X+1,X)} = \frac{OR_{[PN=1,3](TN=x+1,x)}}{OR_{[PN=2,3](TN=x+1,x)}} = \frac{0.481}{0.632} = 0.761$$

lo cual nos indica el riesgo de que se tenga bajo peso, en la circunstancia señalada, es 0.761 veces menor a que se tenga peso deficiente.

$Exp(B) = 0.309 = OR_{[PN=1,3](TG=X+1,X)}$ muestra que cualquiera que sea el tiempo de gestación, el riesgo relativo de que el bebé nazca con bajo peso es 0.309 veces menor que el que tenga peso normal, y el 0.693 veces menor de que tenga peso deficiente a que tenga peso normal que si el tiempo de gestación es menor en una unidad.

De estas dos OR se tiene que:

$$\frac{OR_{[PN=1,3](TN=x+1,x)}}{OR_{[PN=2,3](TN=x+1,x)}} = \frac{0.309}{0.693} = 0.446$$

lo cual nos indica el riesgo de que se tenga bajo peso, en la circunstancia señalada, es 0.446 veces menor a que se tenga peso deficiente.

$Exp(B) = 0.349 = OR_{[PN=1,3](SEX=1,2)}$ muestra que cuando el recién nacido es de sexo masculino, el riesgo relativo de que el niño tenga bajo peso es 0.349 veces menor que el que tenga peso normal, y el 0.374 veces menor de que tenga peso deficiente a que tenga peso normal.

De estas dos OR se tiene que:

$$OR_{[PN=1,2](SEX=1,2)} = \frac{OR_{[PN=1,3](SEX=1,2)}}{OR_{[PN=2,3](SEX=1,2)}} = \frac{0.349}{0.374} = 0.933$$

Entonces:

$$OR_{[PN=1,2](SEX=2,1)} = \frac{1}{0.933} = 1.07$$

Lo cual nos indica el riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando el parto es niña a cuando es niño, es 1.07 veces mayor a que se tenga peso deficiente.

Tabla 9. Tabla de Clasificación.
Table 9. Classification Table.

Observado	Pronosticado			
	Peso bajo	Peso deficiente	Peso normal	Porcentaje correcto
Peso bajo	12	4	3	63,2%
Peso deficiente	8	7	27	16,7%
Peso normal	0	7	129	94,9%
Porcentaje global	10,2%	9,1%	80,7%	75,1%

En la tabla 9 se observa que el modelo clasifica correctamente 12 de los 19 niños de bajo peso al nacer lo que representa el 63.2% del total de los niños ubicados en este nivel, por otro lado tenemos que de los 42 niños que tuvieron peso Deficiente solamente se encuentran clasificado de manera correcta el 16.7%; por último de un total de 136 reportados con peso normal se encuentra clasificado de manera adecuada el 94.9%. En general el 75.1 % de los casos se clasificó correctamente, por lo tanto se acepta el modelo. Otros resultados que muestran la validez del nuevo modelo son:

Tabla 10. Información del ajuste del modelo.
Table 10. Model Fit Information.

Modelo	Criterio de ajuste del modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
	-2 log verosimilitud	Chi-cuadrado	Gl	Sig.
Sólo la intersección	257,643			
Final	154,425	103,217	6	,000

3.1 Estimaciones de riesgos

De los modelos 1.1 y 1.2 se tienen [7]:

$$P(PN = 3 | X) = 1 / (1 + \exp(77.894 - 0.733TN - 1.173TG - 1.054(SEX=1)) + \exp(36.001 - 0.459TN - 0.366TG - 0.985(SEX=1)))$$

$$P(PN = 1 | X) = \exp(77.894 - 0.733TN - 1.173TG - 1.054(SEX=1)) / (1 + \exp(77.894 - 0.733TN - 1.173TG - 1.054(SEX=1)) + \exp(36.001 - 0.459TN - 0.366TG - 0.985(SEX=1)))$$

Y

$$P(PN = 2 | X) = \exp(36.001 - 0.459TN - 0.366TG - 0.985(SEX=1)) / (1 + \exp(77.894 - 0.733TN - 1.173TG - 1.054(SEX=1)) + \exp(36.001 - 0.459TN - 0.366TG - 0.985(SEX=1)))$$

Por otra parte, la probabilidad (riesgo) de que un niño nazca con bajo peso dado que el sexo es masculino, además con una talla de 53 cm y tiempo de gestación de 38 semanas, fue obtenida como:

$$P(PN = 1 | X) = \exp(77.894 - 0.733*(53) - 1.173*(38) - 1.054*(1)) / (1 + \exp(77.894 - 0.733*(53) - 1.173*(38) - 1.054*(1)) + \exp(36.001 - 0.459*(53) - 0.366*(38) - 0.985*(1))) = 0,0013$$

Ahora, la probabilidad de que un niño nazca con peso deficiente dado que el sexo es masculino, además con una talla de 53 cm y tiempo de gestación de 38 semanas, fue obtenida como:

$$P(PN = 2 | X) = \exp(36.001 - 0.459*(53) - 0.366*(38) - 0.985*(1)) / (1 + \exp(77.894 - 0.733*(53) - 1.173*(38) - 1.054*(1)) + \exp(36.001 - 0.459*(53) - 0.366*(38) - 0.985*(1))) = 0.0384$$

Tabla 11. Bondad de ajuste.

Table 11. Test of goodness of fit.

	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Pearson	140,135	162	,892
Desviación	116,841	162	,997

Debido a lo que el p-valor de la prueba es mayor a 0.05; como se observa en la tabla 11, no se rechaza la hipótesis nula, por tanto podemos concluir que el modelo ajusta adecuadamente a los datos. Con base en estas evidencias, no existen diferencias significativas entre la distribución de las frecuencias observadas en la muestra y la distribución teórica de la población.

Tabla 12. Pseudo R-cuadrado.

Table 12. Pseudo R-squared.

Cox y Snell	,408
Nagelkerke	,508
McFadden	,323

Estos y algunos riesgos para que se presente bajo o deficiente peso al nacer se muestran en las tablas 13 y 14:

Tabla 13. Estimación de riesgos PN = 1.

Table 13. Risk estimation PN = 1.

SEX	TN	TG	P' (PN=1)
1	41	31	1,00
2	35	24	1,00
1	34	25	1,00
1	44	34	0,91

SEX	TN	TG	P' (PN=1)
1	50	38	0,01
2	51	38	0,01
1	51	38	0,01
1	48	39	0,01

Tabla 14. Estimación de riesgos PN = 2.

Table 14. Risk estimation PN = 2.

SEX	TN	TG	P' (PN=2)
2	40	41	0,84
1	40	40	0,72
1	43	39	0,62
2	46	38	0,61

SEX	TN	TG	P' (PN=2)
2	49	41	0,18
1	50	37	0,18
1	50	37	0,18
1	50	37	0,18

3.2 Estimaciones de riesgos relativos (RR)

$$\hat{R}_{PN=1(SEX=1,2)(TN=41)(TG=37)} = \frac{P_{1|1,41,37}}{P_{1|2,41,37}} = \frac{0,31}{0,30} = 1,03$$

Observando el resultado anterior se puede establecer que el Riesgo de tener un hijo de bajo peso cuando el sexo es masculino, es 1,03 veces mayor que cuando es femenino, en niños con talla de 41 cm y 37 semanas de gestación.

Esta y otras estimaciones de los RR se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 15. $\hat{R}_{PN=1} | (SEX,SEX')(TN)(TG)$
Table 15. $\hat{R}_{PN=1} | (SEX,SEX')(TN)(TG)$

PN	SEX	SEX'	TN	TG	$\hat{R}\hat{R}$
1	2	1	45	25	1,00
1	2	1	50	25	1,00
1	2	1	55	25	1,00
1	2	1	45	35	1,05

Tabla 16. $\hat{R}_{PN=2} | (SEX,SEX')(TN)(TG)$
Table 16. $\hat{R}_{PN=2} | (SEX,SEX')(TN)(TG)$

PN	SEX	SEX'	TN	TG	$\hat{R}\hat{R}$
2	2	1	45	25	0,93
2	2	1	50	25	0,93
2	2	1	55	25	0,93
2	2	1	45	35	0,98

3.3 Estimaciones de razones ODDS

$$\widehat{OR}_{[PN,PN']}(SEX,SEX') = \frac{R_{PN(SEX,SEX')(TN)(TG)}}{R_{PN'(SEX,SEX')(TN)(TG)}} \quad (1.3)$$

$$\widehat{OR}_{[1,2](2,1)} = \frac{R_{1(2,1)(55)(35)}}{R_{2(2,1)(55)(35)}} = \frac{2.62}{2.45} = 1.07$$

Este resultado es el mismo cualesquiera que sean los valores de las variables TN y TG, ya que en modelos logísticos, las OR solo dependen de los valores de la variable de exposición cuando ésta no interviene en interacciones [8]. Este resultado ya se había obtenido. Lo interesante de la OR es que uno no tiene que preocuparse del orden de las variables (cuál está arriba y cuál a un lado) ya que el cálculo dará exactamente el mismo valor [9].

Tabla 17. $\widehat{OR}_{[PN,PN']}(SEX,SEX')(TN)(TG)$

Table 17. $\widehat{OR}_{[PN,PN']}(SEX,SEX')(TN)(TG)$

PN	PN'	SEX	SEX'	TN	TG	$\widehat{OR}_{[PN,PN']}(SEX,SEX')(TN)(TG)$
1	2	2	1	x	x	1,07

La estimación de la OR que se presenta en la tabla 17 nos indica que el riesgo relativo de tener un niño con bajo peso es, veces más, a tener peso deficiente, cuando es mujer que cuando es varón.

Tabla 18. $\widehat{OR}_{[PN,PN']}(TN,TN')(SEX)(TG)$

Table 18. $\widehat{OR}_{[PN,PN']}(TN,TN')(SEX)(TG)$

PN	PN'	TN	TN'	SEX	TG	$\widehat{OR}_{[PN,PN']}(SEX,SEX')(TN)(TG)$
1	2	45	50	x	x	4,00
1	2	45	55	x	x	16,70
1	2	45	50	x	x	3,94

Observando la tabla 18 se tiene que el riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando la talla del nacido es 45 cm a cuando es 50 cm, es 4,00 veces mayor a que tenga peso deficiente. Además nos indica que el riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando la talla del nacido es 45 cm a cuando es 55 cm, es 16,7 veces mayor a que tenga peso deficiente; y por último el riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando la talla del nacido es 45 cm a cuando es 50 cm, es 3,94 veces mayor a que tenga peso deficiente.

Tabla 19. $\widehat{OR}_{[PN,PN']}(TG,TG')(SEX)(TN)$

Table 19. $\widehat{OR}_{[PN,PN']}(TG,TG')(SEX)(TN)$

PN	PN'	TG	TG'	SEX	TN	$\widehat{OR}_{[PN,PN']}(SEX,SEX')(TN)(TG)$
1	2	35	41	2	45	126,73
1	2	25	41	2	50	405145,00
1	2	25	35	2	55	3197,10

La tabla 19 nos muestra que el riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando el tiempo de gestación del nacido es 35 semanas a cuando es 41 semanas, es 126,73 veces mayor a que tenga peso deficiente, en nacidos de sexo femenino y con una talla de 45 cm. Además nos indica que el riesgo relativo de que se tenga un bajo peso, cuando el tiempo de gestación del nacido es 25 semanas a cuando es 41 semanas, es 405145,00 veces mayor a que tenga peso deficiente, en nacidos de sexo femenino y con talla de 50 cm; y por último el riesgo de que se tenga bajo peso, cuando el tiempo de gestación de nacido es 25 semanas a cuando es 35 semanas, es 3197,10 veces mayor a que tenga pesos deficientes, en nacidos de sexo femenino y con una talla de 55 cm.

4. CONCLUSIONES

- Por lo general hay poco riesgo de nacer con bajo peso, siendo mayor cuando el nacimiento es niño con aproximadamente menos de 36 semanas de gestación y menos de 46 cm. Se disminuye significativamente sobretodo en niños con aproximadamente 50 cm y 40 semanas.
- Por lo general se tiene mayor riesgo de nacer con peso deficiente que con bajo peso. De igual manera, el riesgo de nacer con peso deficiente es mayor, por lo general, en niñas con aproximadamente menos de 48 cm y de 39 semanas; mientras que este riesgo se reduce, por lo general, en niños con más de 49 cm y aproximadamente 40 semanas.
- De acuerdo al modelo, se estima un riesgo similar de bajo peso del recién nacido cuando se comparan tallas y el tiempo de gestación es aproximadamente de 25 semanas, en cualquier sexo. Esta relación aumenta con las semanas de gestación notándose que el riesgo es mayor cuando la talla es menor. La relación muestra valores grandes (996.4 y 632.4 veces mayor), para niños y niñas, respectivamente, cuando el número de semanas de gestación es 41 y la talla de 45 cm se compara con la de 55 cm.

- De acuerdo al modelo y a la muestra tomada, el riesgo de tener un niño con peso deficiente es mayor cuando es de sexo masculino, con una talla de 45 cm y 41 semanas de gestación, mostrando un valor máximo (64.34 veces) que cuando es del mismo sexo, con talla de 55 cm y un tiempo de gestación de 25 semanas. El riesgo de tener un hijo con bajo peso siempre es mayor cuando el tiempo de gestación es menor, alcanzando valores máximos de 105999 y 996.75 veces mayor para niños y niñas, respectivamente, al comparar 25 con 41 semanas de gestación en talla de 55 cm con un tiempo de gestación de 25 semanas, con una talla de 41cm. Así mismo se observan valores mínimos de .135 y 2.28 veces mayor, en niños y niñas, con tallas de 45 y 50 cm respectivamente, comparando 25 con 35 semanas de gestación.
- El riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando el parto es niña a cuando es niño, es 1.07 veces mayor a que se tenga peso deficiente.
- El riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando la talla del nacido es 45cm a cuando es 55 cm, es 16.70 veces mayor a que se tenga peso deficiente.
- El riesgo relativo de que se tenga bajo peso, cuando el tiempo de gestación del nacido es 25 semanas a cuando es 41 semanas, es 405145 veces mayor a que se tenga peso deficiente, en nacidos de sexo femenino y con una talla de 50 cm.

REFERENCIAS

- [1] M. Bortman, "Factores de riesgo de bajo peso al nacer", *Revista Panamericana de Salud Pública*, 3 (5), 314-321, 1998.
- [2] V. Daza, W Jurado, D. Duarte, I. Gich, C. Sierra, y M. Delgado, "Bajo peso al nacer: Exploración de algunos factores de riesgo en el hospital universitario San José de Popayán", *Colombia, Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 60 (2), 124-134, 2009.
- [3] A. Matijasevich, F. Barros, R. J. Díaz, C. Forteza y E. Bergel, "Factores de riesgo para muy bajo peso al nacer y peso al nacer entre 1500-2499 gramos", *Revista Pediatría Uruguaya*, 75 (1), 26-35, 2004.
- [4] M. Vélez, F. Barros, L. Echavarría y M. Hormanza, "Prevalencia de bajo peso al nacer y factores maternos asociados: Unidad de atención y protección materno infantil de la clínica universitaria Bolivariana de Medellín", *Colombia, Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 57 (4), 264-270, 2006.
- [5] "Prevención de la mortalidad infantil - Centro Nacional para la reducción de la mortalidad" ... www.censia.salud.gob.mx/descargas/infancia/pronaremi.
- [6] G. López G y J. García, "Eventos por Variable en Regresión Logística y Redes Bayesianas para Predecir Actitudes Emprendedoras", *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 16 (1), 13-34, 2011.
- [7] J.A. Martin, B.E. Hamilton, y S.J. Ventura, "Births: Preliminary data for 2007", *National vital statistics reports*, 57 (12), 1-21, 2007.
- [8] D.G. Kleinbaum, and M. Klein, *Logistic Regression*. Atlanta (USA): Springer science, second edition, 2002.
- [9] A. Ramírez, "La razón de posibilidades (Odds ratios) como herramienta diagnosticas de campo", 2012.
- [10] M. L. Gámiz Pérez, (2013). Regresión polinomial y regresión logística [Internet], Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada. Disponible desde: <http://www.huespedes.cica.es/canp/Apuntes.CursoExperto.2013/E02.3.1.pdf> [Acceso 15 de febrero de 2015].
- [11] D.W. Hosmer, S. Lemeshow, *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- [12] D.C. Montgomery, E.A. Peck, G.G. Vining, *Introducción al análisis de regresión lineal*. México: CECOSA, 2002, pp. 588.
- [13] C. Pérez López, *Técnicas Estadísticas con SPSS* (Versión 10). Pearson Alhambra, 2001.
- [14] A. Sócrates, S. Pavlov, F. Clavero, "Riesgo relativo y Odds ratio", *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 5(1), 51-54, 2010.