



## ARTÍCULO DE REVISIÓN ORIGINAL PAPER

# FACTORES DE LOS PADRES CONDICIONANTES DEL PESO AL NACER EN RECIÉN NACIDOS A TÉRMINO A 3 400 MSNM

### Resumen

**Objetivos:** Determinar los factores maternos y paternos que condicionan el peso al nacer en neonatos a término a 3 400 m de altura y establecer un perfil socioeconómico. **Diseño:** Estudio descriptivo prospectivo. **Institución:** Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco, EsSalud, Cusco. **Participantes:** Mujeres con gestaciones únicas, normales y a término. Intervenciones: A 200 mujeres con gestaciones únicas, normales y a término se determinó los factores maternos y paternos que pudieran condicionar el peso al nacer. **Principales medidas de resultados:** Factores condicionantes. **Resultados:** Después de redefinir los parámetros de cada variable, se pudo observar significación estadística de las siguientes variables: a) del padre: edad, grado de instrucción, ocupación, altura de nacimiento, permanencia en la altura; b) de la madre: edad, grado de instrucción, ocupación, altura de nacimiento, permanencia en la altura, suplemento de hierro, ingreso económico familiar, gestaciones previas, antecedente de hijos vivos, talla y peso placentario. **Conclusiones:** La suma de las 28 variables maternas y paternas definidas a través del perfil que planteamos fue directamente proporcional con el peso al nacer, a 3 400 m sobre el nivel del mar.

**Palabras clave:** Hipoxia hipobárica, altura, peso al nacer, restricción del crecimiento intrauterino, pobreza.

### Conditioning parental factors for term birth weight at 3 400 m above sea level

### ABSTRACT

**Objectives:** To determine maternal and paternal factors that influence term birth weight at 3 400 m above sea level and to determine a socioeconomic profile. **Design:** Prospective descriptive study. **Setting:** National Hospital Adolfo Guevara Velazco, EsSalud, Cusco, Peru. **Participants:** Women with term normal single pregnancies. **Interventions:** In 200 women with term normal single pregnancies we determined conditioning maternal and paternal factors. **Main outcome measures:** Conditioning factors. **Results:** After redefining each variable parameters, statistical significance was observed for the following: a) father's

factors: age, education level, occupation, altitude of birth, permanency at altitude; b) mother: age, education level, occupation, altitude of birth, residence at altitude, iron supplements, family income, previous pregnancy, history of living children, height and placental weight. **Conclusions:** The sum of 28 maternal and paternal variables defined via the proposed profile was directly proportional to birth weight at 3 400 m above sea level.

**Key words:** Hypobaric hypoxia, altitude, birth weight, intrauterine growth restriction, poverty.

WILFREDO VILLAMONTE<sup>1,3,4,5</sup>, JOSÉ MALAVER<sup>1,4</sup>, RÓGER SALINAS<sup>1,4</sup>, EZEQUIEL QUISPE<sup>1,4</sup>, ABEL LAURENT<sup>2,4</sup>, MARÍA JERÍ<sup>1,3,4</sup>, GLADYS MOLINA<sup>1,3,4</sup>, VIVIANA NÚÑEZ<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Obstetricia, Hospital Adolfo Guevara Velazco, Cusco

<sup>2</sup> Servicio de Neonatología, Hospital Adolfo Guevara Velazco, Cusco

<sup>3</sup> CENIMFA, Centro de Investigación de Medicina Materno Fetal de Altura

<sup>4</sup> Centro de Investigación, Departamento de Ginecobstetricia, Hospital Adolfo Guevara Velazco, EsSalud, Cusco

<sup>5</sup> Universidad San Antonio Abad del Cusco.

Correspondencia:

Dr. Wilfredo Villamonte:

CENIMFA Urb. Villa del Carmen B4 San Jerónimo, Cusco, Perú.

Email: villamonte100@hotmail.com

*Rev Per Ginecol Obstet.* 2011;57:151-161

### INTRODUCCIÓN

Más de 140 millones de personas viven en el mundo por encima de los 2 500 m<sup>(1,2)</sup>, aproximadamente 9 millones de los cuales viven en el Perú, lo cual representa casi el 30% de la población peruana<sup>(3)</sup>. Muchos muestran mayor pobreza que a nivel del mar<sup>(4)</sup>. Para la ciudad del Cusco se informa que 28,2% de la población es pobre y este valor se incrementa a 57,4% en toda



la región del Cusco<sup>(5)</sup>, situación que se traduce en menores niveles educativos de la población. Por esta razón, para 2007 se comunicó 8,4% de analfabetismo para la ciudad del Cusco y 25,4% para toda la región del Cusco, siendo marcadamente mayor en mujeres, lo que a su vez condiciona a una maternidad temprana y por ende al abandono de los estudios, así como una relación de pareja inadecuada o de madre soltera. Del mismo modo, el número de hijos previos al último embarazo es alto, al igual que el número de abortos, siendo muchos de ellos no espontáneos<sup>(6)</sup>, así como existe el antecedente de partos pretérminos<sup>(7)</sup>.

Los bajos ingresos económicos condicionan a que la madre embarazada tenga un déficit de peso al inicio de la gestación, que se traduce en índice de masa corporal bajo<sup>(4, 8-11)</sup>, situación que en la mayoría de los casos condiciona a un déficit de hemoglobina, debido a un consumo bajo de hierro. Paralelamente, las gestantes desarrollarán un embarazo inadecuadamente controlado y que generará alta frecuencia de bebés con desnutrición intraútero y mayor posibilidad de muerte neonatal<sup>(12)</sup>.

Todas estas expresiones de pobreza hacen que la mayoría de artículos encuentren que el peso a nacer a nivel de altura sea bajo y en este resultado se mezcla, como agentes causantes, a la hipoxia hipobárica generada por la altura y las condiciones socioeconómicas negativas. El peso al nacer es la variable antropométrica de mayor uso en la evaluación del crecimiento fetal y un importante marcador de morbilidad y mortalidad<sup>(13, 14)</sup>, por lo que es importante conocer en qué medida las condiciones socioeconómicas intervienen en una población que muestra cierta diferencia, como son las personas que acuden a

los servicios de EsSalud, donde hallamos que la media del peso al nacer es mayor que en los hospitales del Ministerio de Salud. A nivel del mar, el peso al nacer en EsSalud fue  $3\,384 \pm 434$  g, a 3 400 m fue  $3\,262 \pm 393$  g y a 4 340 m,  $2\,971 \pm 392$  g<sup>(15)</sup>. Mientras tanto, Gonzales y col, al igual que Hartinger y col<sup>(3,19)</sup>, quienes estudiaron población con diferentes grados de pobreza que acude a los hospitales públicos del Perú, describieron que la media del peso al nacer a nivel del mar fue  $3\,260 \pm 553$  g, a 3 400 m fue  $3\,090 \pm 506$  g y a 4 340 m,  $2\,838 \pm 468$  g.

## MÉTODOS

El presente estudio descriptivo y prospectivo tuvo como objetivos determinar los factores maternos y paternos que condicionan el peso al nacer en neonatos a término a 3 400 msnm y establecer un perfil socioeconómico.

Se inició el estudio con 250 gestantes que acudieron al Servicio de Obstetricia del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco (HNAGV) de EsSalud, en la ciudad del Cusco, a 3 400 m de altura sobre el nivel del mar, para iniciar su control prenatal, desde enero de 2007 a diciembre de 2009. Del total, 48 presentaron algún tipo de complicación en el desarrollo de su embarazo, por lo que no se les tomó en consideración; además, se perdieron los datos de dos gestantes por diversas razones. Finalmente, se evaluó 200 mujeres, quienes desarrollaron su embarazo completamente normal. Se incluyó las gestaciones únicas que iniciaron su control prenatal en el primer trimestre, que no hubieran presentado complicación materna ni fetal durante todo el embarazo, que hubieran terminado su gestación entre las semanas 37 y 42, en el HNAGV,

y que la paciente hubiera dado su consentimiento voluntario para participar en este estudio. Se excluyó las gestaciones múltiples, anomalías fetales, embarazos que hubieran terminado antes de las 37 a 42 semanas o que hubieran presentado alguna morbilidad materna, como infección urinaria, preeclampsia, entre otras, o que se negaran a participar en el estudio.

El Comité de Ética de EsSalud aprobó este estudio.

Luego de establecer las frecuencias, medias y desviación estándar de las variables en estudio, se pudo realizar una regresión logística binaria para poder hallar significancia estadística de cada variable estudiada (tabla 1). Posteriormente, se pudo redefinir nuevos parámetros para cada variable, sumando o disminuyendo una desviación estándar a cada variable cuantitativa estudiada, a los cuales se les asignó un número, siendo mayor cuando este actuaba favorablemente al crecimiento fetal, y se determinó su significancia estadística (tabla 4). Así se pudo obtener un perfil, sumando los puntajes de cada variable, al cual se le realizó una regresión logística binaria con el peso al nacer (figura 1) y se evaluó también su significancia estadística (tabla 5).

Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS versión 17. Se realizó regresión logística binaria para variables cualitativas y se determinó los niveles de significancia, usando para ello un valor de alfa igual o menor a 0,05.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se puede observar ocho variables paternas estudiadas y 20 correspondientes a la madre, siendo estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ )



Tabla 1. Variables de los padres relacionados con el peso al nacer a 3 400 msnm.

Variable	n	Media	Rango	DS	p*
<b>Padre</b>					
Edad <sup>1</sup>	200	34	(21-69)	6,8	NS
Altitud de nacimiento <sup>2</sup>	200	2890	(30-3920)	1037	< 0,05
Estancia en la altura <sup>3</sup>	200	79	(0-100)	33	NS
Grado de instrucción	200				NS
Ocupación	200				NS
<b>Madre</b>					
Edad <sup>1</sup>	200	31	(20-45)	5,6	NS
Altitud de nacimiento <sup>2</sup>	200	2884	(30-4000)	1033	NS
Estancia en la altura <sup>3</sup>	200	81,7	(0-100)	30,6	NS
Grado de instrucción	200				NS
Estado civil	200				NS
Ingreso económico <sup>4</sup>	200				< 0,05
Ocupación	200				NS
Tabaquismo	200				NS
Suplemento de hierro	200				NS
Control prenatal <sup>5</sup>	200	7,5	(2-14)	1,23	NS
Antecedente de gestaciones	200	2	(1-6)	1,2	NS
Antecedente de abortos	200	0,4	(0-4)	0,7	NS
Antecedente de préterminos	200	0,2	(0-1)	0,1	NS
Antecedente de hijos vivos	200	1	(0-5)	0,9	NS
Peso al inicio del embarazo <sup>6</sup>	200	58,3	(40-90)	9,2	NS
Incremento de peso en el embarazo	200	12,3	(0-28)	4,2	NS
Talla <sup>7</sup>	200	1,55	(1,4-1,8)	0,1	NS
Índice de masa corporal	200	24,1	(16,2-37)	3,3	NS
Hemoglobina <sup>8</sup>	200	13,8	(11,2-16)	0,8	NS
Peso placentario <sup>9</sup>	200	663	(330-1020)	118,4	< 0,05
Relación feto/placenta <sup>10</sup>	200	5,2	(3,7-8,2)	0,8	< 0,05

<sup>1</sup> en años, <sup>2</sup> metros sobre el nivel del mar, <sup>3</sup> porcentaje de la edad que la persona vive en altura, <sup>4</sup> en nuevos soles, <sup>5</sup> visitas de la gestante al personal de salud durante el embarazo, <sup>6</sup> en gramos, <sup>7</sup> en metros, <sup>8</sup> en gr/dl, <sup>9</sup> en gramos, <sup>10</sup> peso neonatal en gramos/peso placentario en gramos. \* p<0,05

el nivel de altura en el cual nació el papá, estado civil, el peso placentario y la relación del peso neonatal sobre el peso placentario.

En la tablas 2 y 3 se puede encontrar la descripción de las diferentes variables cualitativas, donde se evidencia que 60% de los padres era de origen mestizo, algo semejante a las mamás (58,5%). Los prime-

ros tenían una educación superior, en 84,5%, al igual que las segundas (79%); pero, los primeros, en 74,5% se desempeñaban como profesionales, mientras que las gestantes solamente llegaban a 47%. El 99% de estas parejas tenía unión estable (casados o convivientes) y poseían ingreso económico mayor a 1 000 nuevos soles mensuales, en 71,5%. El 83,5% de padres nació por encima de

los 2 000 metros sobre el nivel del mar, al igual que las embarazadas (83%), y se mantenían viviendo a este nivel de altura durante la mayor parte de sus vidas (más de 80%). El 100% de gestantes acudió por lo menos dos veces a su control prenatal, pero 90,5% lo hizo 5 o más veces. El 98% de mujeres no fumaba y la mayoría había gestado 3 o menos veces en su vida (71,5%).



Tabla 2. Características de los padres de gestaciones únicas a término a 3 400 msnm.

	Frecuencia	%
<b>Etnicidad</b>		
Autóctono	4	2,0
Hispano	76	38,0
Mestizo	120	60,0
<b>Grado de instrucción</b>		
Analfabeta	0	0
Escolar	31	15,5
Superior	169	84,5
<b>Ocupación</b>		
Profesional	149,0	74,5
No Profesionales	51,0	25,5
<b>Lugar de nacimiento<sup>1</sup></b>		
< 2000	33	16,5
2000 a 4000	24	12,0
> 4000	143	71,5
<b>Estancia en altura<sup>2</sup></b>		
< 46%	42	21,0
46 a 79 %	18	9,0
> 79%	140	70,0
<b>Estado civil</b>		
Soltero	2	1,0
Conviviente	98	49,0
Casado	100	50,0
<b>Ingreso económico<sup>3</sup></b>		
< 600	5	2,5
600 a 1000	52	26,0
> 1000	143	71,5

<sup>1</sup> metros sobre el nivel del mar. <sup>2</sup> Porcentaje de la edad de la persona que vive en altura <sup>3</sup> ingreso familiar en nuevos soles por mes.

El peso y la talla promedios de los recién nacidos fue 3 364 g y 49,4 cm, respectivamente, que se muestra en la tabla 4, donde además se observa otras características de los neonatos.

Después de redefinir los parámetros de cada variable, en base a la sustracción o adición de una desviación estándar a las variables cuantitativas u ordenarlas de menor a mayor influencia positiva al crecimiento

fetal, de acuerdo a lo descrito en la literatura para las variables cualitativas, se les asignó un puntaje, de cero a dos, siendo mayor cuando se correlacionaba positivamente con el peso al nacer en altura (tabla 5). Se pudo obtener 28 variables que permitieron conseguir un valor máximo de 49 puntos. Así mismo, se pudo ver que la significancia de las variables estudiadas se incrementaba al realizar una regresión logística de ellas

en relación al peso al nacer. Las variables del padre con significancia estadística fueron edad, grado de instrucción, ocupación, altura de nacimiento, permanencia en la altura. Las variables de la madre fueron edad, grado de instrucción, ocupación, altura de nacimiento, permanencia en la altura, grado de instrucción, suplemento de hierro, ingreso económico familiar, gestaciones previas, antecedente de hijos vivos, talla y peso placentario.

Al evaluar la significancia estadística de la sumatoria del puntaje de cada variable, al cual denominamos perfil socioeconómico (tabla 6), se pudo observar que este mostraba un valor de  $p < 0,05$ , siendo el valor promedio de 32 (figura 1).

## DISCUSIÓN

Está demostrado que el peso al nacer en la altura es menor que el de los recién nacidos a nivel del mar. Nosotros comunicamos que el peso promedio de neonatos a término a 3 400 msnm era 3 262 g y que la disminución en relación a nivel del mar era 121 g, donde el peso promedio era 3 383 g<sup>(15)</sup>, hallazgo diferente al encontrado por Gwenn y col<sup>(17)</sup>, quienes concluyeron que por cada 1 000 m de ascenso en altitud este descende en 102 g. En este trabajo de investigación pudimos encontrar un peso promedio semejante al de la ciudad de Lima, que era de 3 364 g (tabla 4).

Mortola y col<sup>(18)</sup> determinaron que el umbral del efecto de la hipoxia hipobárica en el peso al nacer es alrededor de los 2 000 m de altitud, que corresponde a una presión atmosférica aproximada de 590 mmHg o una PIO<sub>2</sub> de 114 mmHg. Esta afirmación se correlacionó con nuestros hallazgos, que de-



muestran que en promedio esta disminución es casi de 55 g por cada 500 m que ascendemos en altura, entre los 2 340 m y los 3 820 m, pero es mucho más pronunciado por encima de los 4 000 m, donde esta diferencia asciende a 247 g<sup>(15)</sup>.

Gonzales y col, al igual que Hartinger y col<sup>(3,19)</sup>, reportan para los 3 400 m un peso promedio de  $3\,090 \pm 506$  g en la población que se atiende en los hospitales del Ministerio de Salud del Cusco, el cual es mucho menor que el encontrado por nosotros<sup>(15)</sup> en el Hospital de EsSalud ( $3\,262 \pm 393$  g). El factor importante que explica estas diferencias son las mejores condiciones socioeconómicas de la población que se atiende en hospitales de EsSalud, lo que se evidencia en nuestro estudio y se corrobora en una muy marcada tasa baja de mortalidad perinatal en los hospitales de esta última institución versus los hospitales del Ministerio de Salud, a 3 400 m sobre el nivel del mar<sup>(20,21)</sup>.

Estrobino y col<sup>(22,23)</sup> afirman que la edad materna tiene una relación inversa con el peso al nacer, sobre todo en las madres menores de 20 años, en quienes se halla pesos menores que en el resto. En la población estudiada a 3 400 m sobre el nivel del mar, no se ha encontrado madre adolescente; pero, al usar la edad de 26 como punto de corte, al igual que 35, los valores menores al primero y mayores al segundo mostraron influenciar negativamente en el peso al nacer.

El nivel educativo de las gestantes es muy importante, porque se asume que incrementos en la educación lleva a un aumento en la eficiencia productiva: una madre más educada tiene la habilidad de producir salud infantil más eficiente-

Tabla 3. Características de las madres de gestaciones únicas a término a 3 400 m.

	Frecuencia	%
<b>Etnicidad materna</b>		
Autóctona	3	1,5
Hispana	80	40,0
Mestiza	117	58,5
<b>Altura de nacimiento<sup>1</sup></b>		
< 2000	34,0	17,0
2000 a 4000	165,0	82,5
> 4000	1,0	0,5
<b>Tiempo de estancia<sup>2</sup></b>		
< 51%	38	19,0
51 a 82	19	9,5
> 82	143	71,5
<b>Grado de instrucción</b>		
Analfabeta	0	19,0
Escolar	42	9,5
Profesional	158	71,5
<b>Ocupación</b>		
Desempleada	56	28,0
Empleada	50	25,0
Profesional	94	47,0
<b>Control prenatal<sup>3</sup></b>		
< 5	19	9,5
5 a 9	141	70,5
≥ 10	40	20,0
<b>Tabaquismo</b>		
Sí	4	2,0
No	196	98,0
<b>Suplemento de hierro</b>		
No	41	20,5
Sí	159	79,5
<b>Antecedente gestaciones</b>		
≥ 4	37	18,5
2 a 3	114	57,0
1	49	24,5
<b>Antecedente de abortos</b>		
≥ 3	3	1,5
1 a 2	65	32,5
0	132	66,0

<sup>1</sup> metros sobre el nivel del mar. <sup>2</sup> Porcentaje de la edad de la persona que vive en altura <sup>3</sup> visitas durante la gestación a un personal de salud para su control





Tabla 4. Características de los recién nacidos a término a 3 400 msnm.

Variables	n	Media	Rango	DS
Peso al nacer <sup>1</sup>	200	3364	(2400-4310)	383,8
Talla <sup>2</sup>	200	49,4	(45-53)	1,7
Hematocrito del RN	200	47,1	(35-63)	5,3
Ápgar 1 minuto	200	8,6	(2-9)	1,07
Ápgar 5 minuto	200	9	(5-9)	3,9
Perímetro cefálico <sup>3</sup>	200	343,1	(310-400)	34,3
Perímetro torácico <sup>3</sup>	200	336,9	(300-380)	16,7
Índice ponderal <sup>4</sup>	200	2,78	(2.28-3.35)	0,2

<sup>1</sup> en gramos, <sup>2</sup> en centímetros, <sup>3</sup> en centímetros, <sup>4</sup> peso neonatal en gramos/ talla al cubo en centímetros

mente, probablemente por el hecho de que entiende mejor la relación entre insumos para la salud y peso al nacer; entonces, una mujer con mayor nivel educativo, tiene menor probabilidad de tener un niño con peso bajo al nacer <sup>(11, 12, 24)</sup>. Silva y col <sup>(25)</sup> demostraron que el nivel educativo bajo condiciona un menor crecimiento fetal, sobre todo a nivel de cabeza que en el resto del cuerpo. El analfabetismo en la ciudad del Cusco, para el 2007 fue 6,1% en la mujer y 1,3% en el varón, mientras que en la región del Cusco es 21% en la mujer y 6,7% en el varón <sup>(5)</sup>. Las provincias que mayor analfabetismo tienen son Paucartambo y Paruro, donde existen 48,1 y 41,8% de mujeres y 18,2 y 13,9% de varones, respectiva-

mente. En nuestra muestra, 79% de las gestantes tenía educación superior y 19%, educación secundaria; no hallamos alguna persona analfabeta.

El primer embarazo se correlaciona positivamente con nacimientos de niños de peso bajo <sup>(12)</sup>. Además, la experiencia de nacimientos previos en la gestante se asocia con cambios anatómicos que pueden impactar en la eficiencia de generar un neonato con buen peso al nacer <sup>(26)</sup>. Un 68,5% de las gestantes evaluadas tenía al menos un hijo previo en el momento de participar en nuestro estudio.

Otro determinante importante en el peso bajo al nacer es el ingreso económico <sup>(11,27)</sup>. Con-

siderando el ingreso mínimo, en la ciudad del Cusco -según las cifras oficiales de la Dirección Regional de Salud <sup>(5)</sup>- existe un 28,2% de pobres, incrementándose esta cifra a 57,4% en toda la región del Cusco, siendo mayor en las provincias de Paucartambo y Paruro, donde la cifra se incrementa a 87,6 y 87,2%, respectivamente. En la población que estudiamos, solamente 2,5% de personas se hallaba en situación de pobreza.

El peso al inicio del embarazo es un indicador del estado nutricional de la madre asociado de forma independiente con el peso al nacer <sup>(4, 8-11)</sup>, al igual que el índice de masa corporal (IMC). Ambos factores no muestran diferencia estadística en nuestro estudio, porque en su mayoría las gestantes mostraron valores normales (solamente un 3% tuvo un IMC menor a 19), situación que no se correlaciona con lo descrito por Kramer y col <sup>(4)</sup>, quienes refieren que la pobreza es mucho más común en altura que a nivel del mar y por consiguiente es mayor la cantidad de gestantes con un menor peso e índice de masa corporal al inicio de la gestación <sup>(8,23)</sup>. La dirección de salud del Cusco describe que en esta ciudad existió un déficit de peso en la gestante de 10,7% para el año 2010 <sup>(5)</sup>.

Zamudio y col <sup>(28)</sup> plantearon que una posible explicación del menor grado de crecimiento fetal debido a la hipoxia hipobárica de la altura tiene un origen genético, que se explica en la relación inversa entre este y el número de generaciones de los ancestros que residen a este nivel. Por lo tanto, las gestantes de altura con este tipo de ancestros, como las peruanas, tienen bebés con mayor peso que las mujeres norteamerica-

Figura 1. Correlación entre el perfil socioeconómico y el peso al nacer a 3 400 m r = 0.944, p = 0.0001

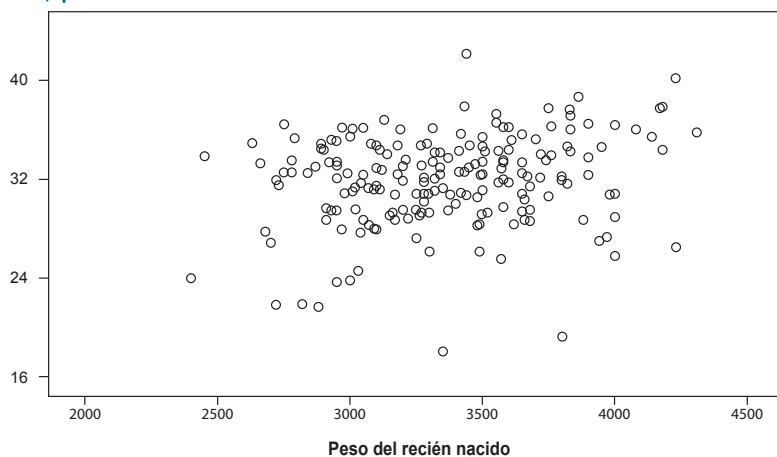




Tabla 5. Perfil de las variables de los padres relacionados con el peso al nacer a 3 400 m.

Variables	Puntaje	p*	Variables	Puntaje	p*	Variables	Puntaje	p*
<b>Etnicidad paterna</b>		NS	<b>Control prenatal<sup>4</sup></b>		< 0,05	<b>Antec. de pretérminos</b>		NS
Hispano	0		< 5	0		Sí	0	
Mestizo	1		5 a 9	1		No	1	
Autóctono	2		≥ 10	2		<b>Antec. de hijos vivos</b>		<0,05
<b>Edad paterna<sup>1</sup></b>		<0,05	<b>Altura de nacimiento materno<sup>2</sup></b>		< 0,05	≥3	0	
< 28 o > 41	0		< 2000	0		1 a 2	1	
28 a 41	1		2000 a 4000	1		0	2	
<b>Grado de instrucción<sup>pat</sup></b>		<0,05	> 4000	2		<b>Peso al inicio<sup>6</sup></b>		NS
Analfabeta	0		<b>Estancia en la altura materno<sup>3</sup></b>		< 0,05	< 49	0	
Escolar	1		< 51%	0		49 a 66	1	
Superior	2		51 a 82	1		> 66	2	
<b>Ocupación paterna</b>		<0,05	> 82	2		<b>Talla<sup>7</sup></b>		<0,05
Desempleado	0		<b>Grado de Instrucción materno</b>		< 0,05	< 1,51	0	
Empleado	1		Analfabeta	0		1,51 a 1,6	1	
Profesional	2		Escolar	1		> 1,60	2	
<b>Altura de nacimiento<sup>2 Pat</sup></b>		<0,05	Profesional	2		<b>Aumento de peso</b>		NS
< 2000	0		<b>Ocupación materna</b>		< 0,05	< 8,1	0	
2000 a 4000	1		Desempleada	0		8,1 a 16,3	1	
> 4000	2		Empleada	1		> 16,3	2	
<b>Estancia en la altura<sup>pat3</sup></b>		<0,05	Profesional	2		<b>Índice de masa corporal</b>		NS
< 46%	0		<b>Tabaquismo materno</b>		< 0,57	< 19	0	
46 a 79 %	1		Sí	0		19 a 25	1	
> 79%	2		No	1		> 25	2	
<b>Estado civil</b>		NS	<b>Suplemento de hierro</b>		< 0,05	<b>Hemoglobina<sup>8</sup></b>		NS
Soltero	0		No	0		< 13,1 o >14,7	0	
Conviviente	1		Sí	1		13,1 a 14,7	1	
Casado	1		<b>Antec. de gestaciones</b>		< 0,05	<b>Placenta<sup>9</sup></b>		<0,05
<b>Ingreso económico<sup>5</sup></b>		<0,05	≥ 4	0		< 545 g	0	
< 550	0		2 a 3	1		545 a 781 g	1	
550 a 1000	1		1	2		> 781	2	
> 1000	2		<b>Antec.de abortos</b>		NS	<b>Relación feto-placenta<sup>10</sup></b>		<0,05
<b>Edad materna<sup>1</sup></b>			≥ 3	0		< 4,5	0	
< 26 o > 35	0	<0,05	1 a 2	1		4,5-5,17	1	
26 a 35	1		0	2		> 5,17	2	
<b>Etnicidad materna</b>								
Hispano	0							
Mestizo	1							
Autóctona	2							

<sup>1</sup> en gramos, <sup>2</sup> metros sobre el nivel del mar, <sup>3</sup> porcentaje de la edad de salud durante el embarazo, <sup>5</sup> por mes y en nuevos soles, <sup>6</sup> en gramos <sup>7</sup> en centímetros <sup>8</sup> en gr/dl, <sup>9</sup> en gramos, <sup>10</sup> peso neonatal en gramos/peso placentario en gramos. \* p<0,05

nas que viven en altura. Si bien es cierto no evaluamos las generaciones anteriores, pero sí mostraron diferencia estadística significativa y su relación con el peso al nacer cuando la gestante y su pareja nacieron en

altura y cuanto más tiempo de su vida permanecieron en ella.

Jewell y col<sup>(11)</sup> comunican que los cuidados prenatales adecuados están asociados con menor probabilidad de tener

un niño con peso bajo al nacer (PBN); más aún, una mujer con cuidado prenatal adecuado tiene 4,2 veces menos probabilidad de tener un bebé con PBN respecto a una mujer sin estos. El control prenatal en el

**Tabla 6. Perfil de variables de los padres relacionados con el peso al nacer en neonatos a término a 3 400 msnm.**

	N	Media	Rango	DS	p*
Valor del perfil <sup>1</sup>	200	32	(22-44)	4,03	0,000

<sup>1</sup> Sumatoria del puntaje de todas las variables. \* p<0,05

Perú<sup>(29)</sup> de 6 a más es en promedio 81%, siendo en la zona urbana el promedio nacional de 84,2% y en el departamento del Cusco 82,8%. Nosotros hemos hallado que 90,5% de la población acude a un establecimiento de EsSalud en la misma cantidad de veces para controlar su gestación y esta es una variable que tiene relación con el peso al nacer. Así mismo, a pesar de tener una frecuencia alta de 17,7% de bacteriuria asintomática -factor que puede influir negativamente en el crecimiento fetal-, se la detecta tempranamente en el control prenatal y se administra consiguientemente el tratamiento oportuno, por lo que se obtiene neonatos con buen peso<sup>(30)</sup>.

A nivel del mar, Chaviano y col<sup>(23)</sup> demostraron que las gestantes con hemoglobinas menores de 12 g/dL tenían recién nacidos con 127 g menos que las madres que iniciaron su embarazo con hemoglobinas mayores. En Kenya e India, la anemia materna demostró ser un buen predictor de peso bajo al nacer<sup>(31,32)</sup>. El suplemento proteínico, energético balanceado y de hierro pudo revertir el menor peso al nacer que genera la pobreza<sup>(33)</sup>. En altura, las condiciones socioeconómicas bajas<sup>(4,8)</sup> condicionan que la gestante sea anémica y presente un déficit de calorías y proteínas y por ende un neonato con menor peso.

La anemia en el embarazo es un problema de salud pública en los países en vías de desarrollo. Buitrago<sup>(34)</sup> informa una prevalencia de 45% en el Perú. La Dirección de Salud

del Cusco describe que 35,1% de gestantes en el Cusco tiene el diagnóstico de anemia<sup>(3,5)</sup>, cifra semejante a la que hallamos en nuestra población de estudio, si es que aplicamos el punto de corte para diagnosticar anemia de 13,7 g/dL, utilizando el factor de corrección para altura que norma el Ministerio de Salud<sup>(35)</sup>. Consideramos, al igual que Gonzales y col<sup>(36)</sup> que este es un error y que debería ser modificado, ya que en Huaraz, a 3 000 m sobre el nivel del mar, ellos señalan que al usar el factor de corrección para hemoglobina en altura, la prevalencia de anemia sería de 49,4%, mientras que al no usar el factor de corrección la prevalencia sería de 7,11%. Así mismo, en el grupo de mujeres que muestran valores de hemoglobina entre 11 y 13 g/dL, el porcentaje de pequeños para edad gestacional (PEG) es 14,2%, siendo menor que los provenientes de madres con 13 g/dL a más (17,51%), considerados como normales, por lo que concluyen que concentraciones séricas maternas menores a 11 g/dL y mayores de 13 g/dL incrementan el riesgo de recién nacidos pequeños para edad gestacional en altura<sup>(3,36)</sup>. Nosotros, en nuestra población de estudio con una hemoglobina promedio de 13,8 g/dL observamos pesos neonatales semejantes a los de nivel del mar.

En gestaciones a nivel del mar, el aumento de la hemoglobina y la viscosidad sanguínea consecuente se asocian con complicaciones, como la restricción del crecimiento intrauterino y preeclampsia, debido a una inadecuada perfusión en

las arterias uterinas y placentarias<sup>(37-39)</sup>. Scanlon y col<sup>(40)</sup> consideran que valores de hemoglobina mayores a 14,5 g/dL condicionan estas complicaciones y la suplementación de hierro a madres con valores normales de hemoglobina con una tableta diaria de 60 mg de hierro genera que el 11% de estas presente hemoglobinas superiores a 14,5 g/dL a las 28 semanas de gestación, valor que se acompaña de mayor riesgo de peso bajo al nacer y parto pretérmino<sup>(41)</sup>.

Por otro lado, la población cusqueña, al igual que el resto de población de los Andes del sur, es más antigua que las poblaciones de los Andes centrales<sup>(3)</sup>, ya que muestra hematocritos menores tanto en mujeres y varones, al igual que presentan una menor prevalencia de eritrocitosis excesiva<sup>(42)</sup>. Por ende, es probable que tengan una mejor adaptación a la altura, lo que se traduce en un menor nivel de hemoglobina y pesos fetales semejantes a los del nivel del mar.

Algunos autores<sup>(43)</sup> describen que la herencia genética contribuye escasamente en la regulación del crecimiento fetal, siendo la nutrición fetal el mayor regulador de este. Zamudio y col<sup>(44,45)</sup> probaron que los nativos de altura por muchas generaciones responden de la misma manera como los que migraron recientemente a la altura. Ellos creen que la disminución del peso fetal se relaciona con la entrega de oxígeno, tanto en altura como a nivel del mar, lo cual apoya su mayor importancia, más que el contenido de oxígeno arterial. Del mismo modo proponen que las diferencias entre los ancestros tienen un origen en la placenta. Hay una asociación entre la reducción del crecimiento fetal y el consu-





mo de glucosa<sup>(46-48)</sup>, debido a un incremento en el consumo de este por la placenta como causa de la disminución del transporte al feto. En la placenta de altura es posible que el mecanismo conocido como reprogramación metabólica (inhibición activa del metabolismo oxidativo impulsado por la hipoxia) esté combinada con un aumento anaeróbico del uso de la glucosa<sup>(49,50)</sup>.

El feto vive en la parte final de una larga línea de suplementos nutricionales, donde la llegada de estos al feto son más importantes que a la madre para determinar el crecimiento fetal. El mayor regulador endocrino y paracrino del crecimiento en el feto son autorregulados por la nutrición fetal<sup>(51)</sup>. Así, los nutrientes de los que dispone el feto no solamente provienen de la ingesta materna, sino también de su perfil metabólico y hormonal al regular la circulación de nutrientes en su sangre, los cuales son potencialmente disponibles para el feto. Estos nutrientes son transportados a la placenta, determinado en parte por el flujo de la arteria uterina, y a través de la placenta, regulado en parte por el tamaño y función de esta (por dicha razón, el peso placentario influye sustancialmente en el peso al nacer). Finalmente, los nutrientes son llevados al feto, regulado por el flujo sanguíneo umbilical y el estado endocrinológico fetal.

Los mayores sustratos metabólicos del la parte final de la gestación en mamíferos son la glucosa, lactato y los aminoácidos. En fetos humanos, en la parte final del embarazo largamente usan la glucosa como el mayor sustrato oxidativo. Especies con elevada cantidad de tejido adiposo al nacimiento, como los cuyes y neonatos hu-

manos (12 y 16%, respectivamente, versus 2% en el caballo), también derivan algunos sustratos metabólicos de la oxidación de los ácidos grasos libres que atraviesan fácilmente la placenta.

La grasa tiene una elevada densidad energética y por lo tanto una determinada tasa de adquisición de tejido adiposo requiere un aporte de energía más alta que en otros tejidos. Una vez más, el feto humano debe destinar una mayor proporción del suministro de energía disponible para el crecimiento de tejido. La restricción del suministro de nutrientes, por ende, predice un mayor efecto en la deposición de la grasa fetal<sup>(16,52)</sup>.

En conclusión, las variables del padre edad, grado de instrucción, ocupación, altura de nacimiento, permanencia en la altura, y las variables de la madre edad, grado de instrucción, ocupación, altura de nacimiento, permanencia en la altura, grado de instrucción, suplemento de hierro, ingreso económico familiar, gestaciones previas, antecedente de hijos vivos, talla y peso placentario, mostraron influencia en el peso al nacer, pero la suma de la totalidad de las diferentes variables maternas y paternas definidas a través del perfil socioeconómico que planteamos es directamente proporcional con el peso al nacer a 3 400 m sobre el nivel del mar.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todos los médicos, obstetras, enfermeras, así como al personal técnico de los Servicios de Obstetricia y Neonatología del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco de EsSalud del Cusco, por colaborar en la realización de este estudio.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Keyes LE, Armaza JF, Niermeyer S, Vargas E, Young DA, Moore LG. Intrauterine growth restriction, pre-eclampsia, and intrauterine mortality at high altitude in Bolivia. *Pediatr Res.* 2003;54:20-5.
2. Moore LG, Niermeyer S, Zamudio S. Human adaptation to high altitude regional and life-cycle perspectives. *Am J Phys Anthropol.* 1998;27(Suppl):25-64.
3. Gonzales FG, Steenland K, Tapia V. Maternal hemoglobin level and fetal outcome at low and high altitudes. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2009;297:R1477-R1485.
4. Kramer, MS. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization.* 1987;65:663-737.
5. Dirección Regional de Salud del Cusco. Estadística, Informática y telecomunicaciones. (Disponible en: <http://www.diresacusco.gob.pe/estaditica/modulo2.htm>. Consultado el 15 de agosto de 2011).
6. Villamonte W. Factores socioeconómicos culturales condicionantes de aborto en gestantes adolescentes en el Instituto Especializado Materno Perinatal (Tesis de especialidad). Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1999.
7. Villamonte W, Lam N, Ojeda E. Factores de riesgo para parto pretérmino. *Instituto Materno Perinatal. Rev Per Ginecol Obstet.* 2001;47:112-6.
8. Jiménez S, Gay J. Vigilancia nutricional materno infantil. Guías para la atención primaria de salud. La Habana: Editorial Cahuayo; 1997.
9. Yu SM, Nagady DA. Validity of self reported pregravid weight. *Ann Epidemiol.* 1992;2:715-21.



10. Ehrenberg HM, Dierker L, Milluzzi C, Mercer BM. Low maternal weight, failure to thrive in pregnancy, and adverse pregnancy outcomes. *Am J Obstet Gynecol*. 2003;189:1726-30.
11. Jewell RT, Triunfo P. Bajo peso al nacer en Uruguay: implicaciones para las políticas de salud. (Disponible en: <http://decon.edu.uy/publica/2006/1706.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2011).
12. Villamonte W, Lam N. Factores maternos sociodemográficos y tasa de mortalidad neonatal en el Instituto Materno Perinatal en 1996. *Rev Per Ginecol Obstet*. 1998;44:177-81.
13. McIntire DD, Bloom SL, Casey BM, Leveno KJ. Birth weight in relation to morbidity and mortality among newborn infants. *N Engl J Med*. 1999;340:1234-8.
14. Philip AG, Little GA, Polivy DR, Lucey JF. Neonatal mortality risk for the eighties: the importance of birth weight/gestational groups. *Pediatrics*. 1981;75:51-7.
15. Villamonte W, Jerí M, Lajo L, Monteaugado Y, Diez G. Peso al nacer en recién nacidos a término en diferentes niveles de altura en el Perú. *Rev Per Ginecol Obstet*. 2011;56(3): en prensa.
16. Lumey LH, Ravelli AC, Wiessing LG, Koppe JG, Treffers PE, Stein ZA. The Dutch famine birth cohort study: design, validation of exposure, and selected characteristics of subjects after 43 years follow up. *Ped Perinatal Epidemiol*. 1993;7:354-67.
17. Gwenn M, Jensen MA, Moore L. The effect of high altitude and other risk factors on birthweight: independent or interactive effects? *Am J of Public Health*. 1997;87:1003-7.
18. Mortola JP, Frappell PB, Aguero L, Armstrong K. Birth weight and altitude: a study in Peruvian communities. *J Pediatr*. 2000;136:324-9.
19. Hartinger S, Tapia V, Carrillo C, Bejarano L, Gonzales GF. Birth weight at high altitudes in Peru. *Int J Gynecol Obstet*. 2006;93:275-81.
20. Ticona M, Huanco D, Gonzales J, Riega R, Pinto M, Ortiz P, Solórzano C, Bejar M, Manrique F y otros. Mortalidad Perinatal / Estudio Colaborativo Institucional Hospitales del Sur del Perú- 2000. *Diagnóstico*. 2004;43(1):1-9.
21. Romero C, Grajeda P, Avila J. Análisis de la mortalidad perinatal en los Hospitales de la DISA Cusco a partir de la matriz babies 2003. *Rev Peru Pediatr*. 2004;57(3):28-36.
22. Strobino DM, Ensminger ME, Kim YJ, Nanda J. Mechanisms for maternal age differences in birth weight. *Am J Epidemiol*. 1995;142(5): 504-14.
23. Chaviano J, López D. Edad materna, riesgo preconcepcional y peso al nacer. *Rev Cubana Aliment Nutr*. 2000;14(2):94-9.
24. Grossman, M. On the concept of health capital and the demand for health. *J Political Econ*. 1972;80:223-55.
25. Silva LM, Jansen PW, Steegers EA, Jaddoe VW, et al. Mother's educational level and fetal growth: the genesis of health inequalities. *Int J Epidemiol*. 2010;39(5):1250-6.
26. Khong TY, Adema ED, Erwich JJHM. On an anatomical basis for the increase in birthweight in second and subsequent born children. *Placenta*. 2003;24:348-53.
27. Dubay L, Joyce T, Kaestner R, Kenney GM. Changes in Prenatal care timing and low birthweight by race and socioeconomic status: implications for the medicaid expansions for pregnant women. *Health Serv Res*. 2001;36:373-97.
28. Zamudio S, Droma T, Norkyel KY, Acharya G, Zamudio JA, Niermeyer SN, Moore LG. Protection from intrauterine growth retardation at high altitude. *Am J Phys Anthropol*. 1993;91:215-24.
29. Instituto de Estadística e Informática. Perú. Indicadores de Resultados de los Programas estratégicos, 2010. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar-ENDES continua. (Disponible en: <http://desa.inei.gob.pe/endes/> Consultado el 18 de Agosto del 2011).
30. Villamonte W, Jerí M, Callahui R, Lam N. Bacteriuria asintomática en la gestante de altura. *Rev Per Ginecol Obstet*. 2007;53(2):130-4.
31. Ngare DK, Nueuman C. Predictors of low birth weight at the community level. *East Afr Med J*. 1998;75(5):296-9.
32. Hirve SS, Ganatra BR. Determinants of low birthweight: a community prospective cohort study. *Indian Pediatr*. 1994;31(10):1221-5.
33. Zamudio S, Postigo L, Iillsley NP, Rodriguez C, Heredia G, et al. Maternal oxygen delivery is not related to altitude and ancestry-associated differences in human fetal growth. *J Physiol*. 2007;582.2:883-95.
34. Buitrago C. Anemia en el embarazo. Anemia Working Group Latin America. (Disponible en: <http://www.awgla.com/paises/colombia/publicaciones/ANEMIA%20Y%20EMBARAZO.pdf>. Consultado el 15 de agosto de 2011).
35. Zavaleta N, Fukumoto M. Diagnóstico de la deficiencia de hierro y anemia. En Zavaleta N, Fukumoto M. Anemia durante el Embarazo. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. 1995:7.
36. Gonzales G, Tapia V. Hemoglobina, hematocrito y adaptación a la altura: su relación con los cambios hormonales y el periodo de residencia multigeneracional. *Rev Med*. 2007;15(1):80-93.



37. Kramp E. Pregnancy at high altitude. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2002;19:535-9.
38. Julian CG, Wilson MJ, Lopez M, Y\_amashiro H, Tellez W, Rodriguez A, Biham AW, Shriver MD, Rodriguez C, Vargas E, Moore LG. Augmented uterine artery blood flow and oxygen delivery protect Andeans from altitude-associated reductions in fetal growth. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2009;296:R1564-R1575.
39. Kametas NA, Kramp E, McAuliffe F, Rampling MW, Nicolaides KH. Pregnancy at high altitude: a hyper-viscosity state. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2004;83:627-33.
40. Scanlon K, Yip R, Schieve LA, Cogswell. High and low hemoglobin levels during pregnancy: Differential risks for preterm birth and small for gestational age. *Obstet Gynecol*. 2000;96:5:741-8.
41. Casanueva E, Viteri FE, Mares-Galindo, M, Meza-Camacho C, Loria A, Chnaas L et al. Weekly iron as a safe alternative to daily supplementation for nonanemic pregnant women. *Arch Med Res*. 2006;37:674-82.
42. León-Velarde F, Gamboa A, Chuqui-za JA, Esteba WA, Rivera-Chira M, Monge C. Hematological parameters in high altitude residents living at 4355, 4660 and 5500 meters above sea level. *High Alt Med Biol*. 2000;1:97-104.
43. Harding J. Nutritional basis for the origins of adult disease. En: Langley-Evans SC. *Fetal Nutrition and Adult disease: Programming of chronic disease*. Oxfordshire: CABI Publishing. 2004:21-53.
44. Postigo L, Heredia G, Isley NP, Torricos T, Dolan C, et al. Where the O<sub>2</sub> goes to: preservation of human fetal oxygen delivery and consumption at high altitude. *J Physiol*. 2009;587:693-708.
45. Zamudio S, Postigo L, Isley NP, Rodriguez C, Heredia G, et al. Maternal oxygen delivery is not related to altitude-and ancestry-associated differences in human fetal growth. *J Physiol*. 2007;582.2:883-95.
46. Hecher K, Snijder R, Campbell S, Nicolaides K, Fetal venous, intracardiac, and arterial blood flow measurements in intrauterine growth retardation: relationship with fetal blood gases. *Am J Obstet Gynecol*. 1995;173:10-5.
47. Kalkhoff RK. Impact of maternal fuels and nutritional state on fetal growth. *Diabetes*. 1991;40:61-5.
48. Zamudio S, Torrico S, Ewa F, Oyala M, Echalar L, et al. Hypoglycemia and the origin of hypoxia-induced reduction in human fetal growth. *Plos ONE*. 2010;5(1):e8551. Doi:10.1371/journal.pone.0008551.
49. Brahimi-Horn C, Pouyssegur J. The role of the hypoxia-inducible factor in tumor metabolism growth and invasion. *Bull Canc*. 2006;93:E73-80.
50. Semenza GI. Oxygen-dependent regulation of mitochondrial respiration by hypoxia-inducible factor 1. *Biochem J*. 2007;405:1-9.
51. Oliver MH, Harding JE, Breier BH, Evans PC, Gluckman PD. Glucose but not a mixed amino acid infusion regulates plasma insulin-like growth factor-I concentrations in fetal sheep. *Pediatric Res*. 1993;34:62-5.
52. Harding JE. The nutritional basis of the fetal origins of adult disease. *Int J Epidemiol*. 2001;30:15-30.