

Variabilidad biológica y Antropología en el Perú: Introducción hacia un nuevo enfoque a partir de un viejo modelo

Roberto Carlos Parra Chinchilla

Palabra clave. Perú, Antropología, Antropología biológica, variabilidad, genética

Resumen

El objetivo central de este documento es abordar a través de la literatura publicada el rol biológico de la Antropología en el Perú, a partir del conocimiento de la variabilidad poblacional con un claro énfasis en los estudios genéticos. Para tratar este tema desarrollaré un breve repaso del enfoque tradicional de la Antropología biológica en nuestro país; luego me concentraré en dos recientes investigaciones que han permitido aproximarnos al conocimiento de las características de la estructura y variabilidad genética del poblador peruano, que incluye además los patrones del mestizaje genético en zonas urbanas. Debo indicar además que este trabajo no pretende alcanzar una revisión exhaustiva sobre este tema, pero sí intenta ofrecer una idea básica sobre el panorama biológico de la Antropología. A manera de epílogo, postulo a la perspectiva futura de direccionar un nuevo espacio de reflexión, debate y utilidad práctica enfocada en la gestión de la Salud Pública.

Introducción

La historia de la Antropología nos ha demostrado que esta disciplina construye su camino a medida que las necesidades de la ecología humana se van modificando. La Antropología continúa siendo un espacio realmente estimulante para aquellas personas que quieran asumir las exigencias de los nuevos restos. Diversas son las líneas de trabajo que actualmente se practican en el universo de las ciencias antropológicas (Muehlenbein, 2010; Kuklick, 2008; Haenn y Wilk, 2006). Un enfoque claramente vigente con más de tres siglos de tradición en la Antropología es el estudio del origen de la variabilidad biológica humana (Little y Sussman, 2010; Little, 2010; Frisancho, 2010, 2009, 2006, 1993; Leslie y Little, 2003). Diversas han sido las líneas de interés en este contexto que incluyen el estudio de la genética de las poblaciones humanas, el crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes, el gasto de energía y la composición del cuerpo, el estudio de la longevidad y el envejecimiento, las implicancias actuales del síndrome metabólico y su relación con la cultura, la ecología de la reproducción firmemente enfocada en la fertilidad, la primatología y el estudio del comportamiento, la biología esquelética y dental, la Bioarqueología y su enfoque biocultural de las sociedades del pasado, la Antropología aplicada a las ciencias forenses, entre otras líneas de interés que vienen desarrollándose activamente (Muehlenbein, 2010; Larsen, 2010; Mielke et al., 2006; Buikstra y Beck, 2006; Hauspie et al., 2004; Leslie y Little, 2003; Cameron 2002, entre otros).

La definición concerniente al enfoque de la variación biológica humana ha sido contextualizada tradicionalmente en el marco del conocimiento de la Antropología a partir del concepto de Adaptación (Leslie y Little, 2003). Al respecto, Leslie y Little (op cit) han señalado que el concepto de adaptación está sólidamente comprendida en el marco de las teorías de la evolución que implica que los seres humanos son capaces de responder a las diversas circunstancias y condiciones ambientales que podrían impactar en sus vidas. Una revisión sobre el entendimiento de los proceso de evolución puede consultarse en Futuyma (2010) y Frisancho (2006). Estos procesos evolutivos comprenden ajustes temporales o permanentes a través de procesos adquiridos a corto o largo plazo, los cuales están sujetos a la flexibilidad o plasticidad de los mecanismos fisiológicos, cognoscitivos o de los cambios y prácticas sociales y culturales que se encaminan para ayudar a modelar el rendimiento funcional del organismo con la finalidad de garantizar su equilibrio u homeostasis (Frisancho, 2009; Bogin et al., 2007; Schell y Knutson, 2002; Schell, 1995, 1997).

A. Roberto Frisancho uno de los antropólogos peruanos más reconocidos en este campo propuso en la década de los 70' la hipótesis del “*desarrollo de la adaptación*” (Frisancho, 1970, 1975, 1977, 2009; 2010) que implica el hecho de la plasticidad del organismo y de la susceptibilidad al impacto del medio ambiente¹ la cual es inversamente proporcional a los estados de desarrollo del organismo. Frisancho preciso además que los rasgos biológicos en los adultos son el resultado de los efectos del medio ambiente y de las respuestas fisiológicas que manifiesta el organismo en el proceso de desarrollo (Frisancho, 1970, 1975, 1977, 2009; 2010).

El “modelo Frisancho” ha sido útil para entender la naturaleza del origen de la variabilidad biológica humana. Este modelo ha servido para comprender el comportamiento en los adultos, tales como el aprendizaje, la actitud criminal y la delincuencia y la tolerancia a la intervención quirúrgica. El planteamiento de la “hipótesis de la programación fetal” (Barker 1998) conocida también como el “efecto Barker”² pudo haber estado inducida por la propuesta temprana del “modelo Frisancho” planteada a inicio de la década de los 70'.

¹ Entiéndase como medio ambiente no sólo como el medio ambiente geográfico que lo rodea, sino la influencia de la cultura, la familia, la condición socioeconómica, el estilo de vida y el impacto de los cambios sociales y sus conflictos.

² Refiere a los acontecimientos de estrés permanente de la madre gestante el cual influye directamente en el desarrollo del feto y alteran permanentemente el futuro fisiológico durante la adultez.

El “efecto Barker” es frecuentemente utilizado como modelo de interpretación en la clínica médica neonatal y pediátrica como en los estudios vinculados al síndrome metabólico (Kuzawa 2010). Ciertamente, el rol de los cambios culturales vinculados a los alimentos con alto contenido calórico y grasas, y un bajo consumo de energía metabólica (ejercicio) es uno de los factores que lleva a la población actual a sufrir de obesidad y sobre peso. Schell (1997) se ha referido a este tipo de roles del estilo de vida como “la cultura como un estresor”. Este fenómeno es conocido como la tercera transición epidemiológica (Armélagos et al., 2005) que involucra problemas tales como la resistencia a la insulina, altos niveles plasmáticos de ácidos grasos, el alto riesgo de enfermedades cardíacas y la explosión de la diabetes adquirida tanto en individuos adultos como en niños; típico entre las sociedades cosmopolitas e industrializadas. Aunque también es frecuentemente observado en poblaciones en vías de desarrollo, donde la desnutrición de los niños también altera el metabolismo de las grasas (Frisancho 2009; 2003). El síndrome metabólico es una línea de investigación que necesariamente debe explicarse a partir de la simbiosis interpretativa entre el enfoque cultural y biológico, ciertamente, es un problema actual que concierne directamente a la Antropología (Kuzawa, 2010; Dufour 2010; Ulijaszek y Lofink, 2006).

Una interesante perspectiva que engloba la práctica de la Antropología biológica contemporánea es el concepto biocultural, el cual concentra su atención en los diversos episodios de la vida en medio de la interacción dinámica entre la Biología, la Cultura y el medio ambiente como un modelo útil para direccionar este tipo de investigaciones (Stinson et al., 2010; Goodman y Leatherman, 1998; Schell 1997). Por ejemplo, este modelo puede ayudar a entender que la exclusión socioeconómica y la discriminación social son una fuente crítica de serias consecuencias en la salud, incluyendo la obesidad, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, bajo peso al nacer, algunas formas de cáncer, tuberculosis y fenómenos de toxicidad crónica debido a factores tales como la exposición a utensilios plástico frecuentemente recalentados (biberones, tasas, platos, etc). La “revolución cultural del plástico” ingresó fuertemente en ciertos sectores de la población originando de esta manera el remplazado progresivo de otros materiales como la cerámica y el vidrio debido a los bajos costos del plástico frecuentemente utilizados para servicios básicos esenciales. La sociedad actual, principalmente en sociedades en vías de desarrollo consumen los alimentos y otras actividades vinculadas a la ingesta de nutrientes en contenedores de plástico particularmente en zonas deprimidas socioeconómicamente; además de este impacto social

y cultural, también se han generado nuevas implicancias en el organismo tras la liberación de sustancias sintéticas como el Bisfenol A (BPA) el cual altera la expresión de los genes mediante un fenómeno molecular denominado metilación (Frisancho 2009, 2010). Este tema es una línea Antropológica aún sin explorar pero que forma parte de la agenda internacional en temas de Salud pública. Una simple pregunta sobre este tema puede ser ¿Cuál es el grado de metilación o inactivación genética de los niños y adolescentes en los Andes centrales? Sin embargo, para responder a esta pregunta resulta importante conocer qué es un Gen, qué se entiende por Metilación y cómo son los mecanismos moleculares que llevan a la inactivación genética, cuál es el comportamiento del Andino en relación al plástico, utiliza estos productos, desde cuándo y en qué medida. Probablemente en este momento usted estará reflexionado sobre esto y, estoy seguro, que pensará también como yo lo hago en este momento que los antropólogos podemos responder estas preguntas pero con mayor entrenamiento y conocimiento.

La contaminación con metales pesados en la sangre y las consecuencias orgánica de este fenómeno pueden ser un punto también de interés; el estudio del crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes de diversas zonas geográficas en extrema pobreza ha demostrado también que puede ser una fuerte contribución de la Antropología biológica para la toma de decisiones en el marco de la salud pública. Realmente existe un escenario interesante a la luz de la práctica de la Antropología biológica en el Perú y el Mundo.

Un viejo modelo para nuevos retos científicos en el Perú

En el Perú, desde finales del siglo XIX se desarrollaron investigaciones sobre la variabilidad biológica de las poblaciones que viven en los Andes, principalmente aquellas que viven en alturas superiores a los 3500msnm. Aunque los estudios fueron limitados, existieron propuestas radicales que señalaban la inferioridad del humano que habitaba en los Andes centrales; en contraparte, se formularon también “ambiciosas afirmaciones teóricas” sobre un tipo de Biología andina con capacidades superiores a otras poblaciones en el mundo. Otros trabajos se concentraron más bien en el rigor de los datos y la documentación científica a partir de tecnologías sofisticadas (Cueto, 1990). Tal es así que en 1932, Alberto Hurtado publicaría en la *“American Journal of Physical Anthropology”* dos clásicas investigaciones sobre la adaptación de los humanos que viven en la altura.

Los estudio tempranos de Hurtado (ambas para 1932) concluyeron que el andino posee un mecanismo respiratorio adaptado a la baja presión barométrica que le permite un

eficiente intercambio de gases respiratorios; además de un corazón grande y alta concentración de sangre. Sin embargo, hasta antes de la década del 50' y principios de la década del 60' el conocimiento sobre la variabilidad biológica de la población andina fue mayormente fragmentaria y limitada (Baker 1978ab). A partir de 1964 las investigaciones se expandieron debido al Programa Biológico Internacional (PBI) que se focalizaba en el estudio de la ecología humana y su bienestar tanto en regiones de Tíbetas del Asia Central, los Andes en Sudamérica, y el Altiplano Etíope en África (Barker 1978). El componente principal de este programa fue el proceso de “adaptabilidad humana” (Baker 1978). Otras experiencias similares fueron impulsadas con la finalidad de comprender la relación entre el entorno físico, las características genéticas, los patrones fisiológicos, la variación poblacional y la cultura (Kiyamu et al., 2012; Lewis 2010; Lewis et al., 2007; Pawson et al. 2001; Toselli 2001; Moore et al. 1998, Berti et al. 1998; Beall et al. 1998; Frisancho, 1997, 1988, 1970, 1969; Greksa 1996, 1986; Leatherman et al., 1995; Frisancho et al., 1997, 1995; Leonard et al., 1990; Leonard 1989; Ballew 1989; Greksa et al. 1984; Chakraborty et al., 1983, Stinson, 1982; Mueller et al. 1978; Picon, 1978, 1961ab; Frisancho y Baker, 1970, entre otros).

Las investigaciones se han referido a los efectos de la hipoxia (bajo oxígeno) sobre el crecimiento humano, la capacidad humana de reproducción, demografía y la capacidad del trabajo físico (Stinson 1982; Frisancho y Baker 1970). Por ejemplo, el clásico estudio de Frisancho y Baker (1970) notaron que los niños que viven en la altura tienen un ritmo de crecimiento más lento en comparación con otras poblaciones que viven menos sometidas a la hipoxia. Similares hallazgos fueron reportados por Beall et al., (1977); Stinson (1982). Y Mueller et al. (1978). En esta misma línea de investigación, se ha considerado además que el crecimiento y desarrollo del andino de altura no solo puede ser explicado a partir de la hipoxia, sino el efecto fisiológico tiene una respuesta significativa a partir de la influencia de la nutrición (Leonard 1989, Pawson et al. 2001, Moore et al. 1998, Leonard et al. 1990, Picon 1978, Greksa 1986), a factores genéticos (Chakraborty et al. 1983, Frisancho et al. 1995, 1997; Greksa 1996, Beall et al. 1998), la capacidad pulmonar (Mueller et al. 1979, Toselli 2001; Frisancho 1997), y las adaptaciones hematológicas (Ballew 1989, Frisancho 1969, 1988). Adicionalmente, las condiciones medioambientales áridas y el estatus socioeconómico adverso fueron también discutidos en otras investigaciones (Greksa et al. 1984, Stinson 1982, Pawson et al. 2001, Moore et al. 1998, Berti et al. 1998, Mueller et al. 1978).

Experiencias en Antropología Genética

En la década de los 70' Modiano et al., (1972) y Frisancho y Klayman (1975) desarrollaron análisis de polimorfismos del grupo sanguíneo A-B-O y el sistema Rh. Ellos asociaron el lenguaje y la genética, además de otros indicadores tales como la pigmentación de la piel y los patrones de crecimiento para explicar los patrones migratorios de poblaciones Quechuhablantes. Otros investigadores definieron también diferencias significativas entre poblaciones de apellido Aimara a partir de la frecuencia polimórfica del gen de la proteína sanguínea (Ferrel et al., 1980). En general los estudio de la particularidad genética han sido valiosas para entender el proceso por el cual los nativos que viven en contextos de altura han sido capaces de adaptarse a un medio de hipoxia hipobarica (Frisancho et al., 1997; Greksa 1990). A partir del año 2000, diversas son las investigaciones genéticas que se han desarrollado en este campo, las cuales han sido combinadas con datos no genéticos a partir de enfoques fisiológicos de grupos de un mismo origen étnico. Por ejemplo, un reciente estudio evaluó una muestra de mujeres de origen quechua que viven a nivel del mar en Lima y otro grupo de quechuhablantes que viven en Cerro de Pasco (Kiyamu et al., 2012). La finalidad del estudio de Kiyamu y colegas fue comprobar el efecto del crecimiento y desarrollo de las capacidades pulmonares de ambos grupos, en asociación con marcadores genéticos de origen nativo americano (NA). Como se esperaba los resultados demostraron que la ancestralidad se asocia directamente con las capacidades pulmonares y el volumen residual de los pulmones en ambos grupos, a pesar que estos grupos viven en contextos diferentes pero que comparten un mismo origen étnico. Otros trabajos se han concentrado en el registro y evaluación de las frecuencias genotípicas y las dinámicas poblacionales de la migración del flujo genético (Iannacone et al., 2011ab; Guevara, 2009; Lewis et al., 2007; Tarazona et al., 2003; Fuselli et al., 2003; Luiselli et al., 2000, entre otros). Mientras tanto no se perdió de vista la necesidad de aislar el ADN antiguo con la finalidad de conocer más sobre la estructura de los pobladores del pasado, los estudios recientes de este tipo pueden consultarse en Fenhren et al., (2010), Guevara (2009), Shinoda et al (2006), et al., Malhi et al., 2003.

Nuestro trabajo sugiere que el Perú presenta tres grupos poblacionales con particulares genéticas característicamente diferenciadas y estadísticamente significativas: el grupo Norte, Centro y Sur del Perú (Iannacone et al., 2011). Si asumimos que las relaciones genéticas actuales se mantuvieron en el tiempo, lo más probable es que puedan representar el flujo migratorio del poblamiento de la región; en este caso, la población de los Andes

centrales. Según la evidencia observada, el grupo que cuentan con mayor antigüedad ha sido representado para la región norteña, seguida del centro y finalmente la región sur del Perú.

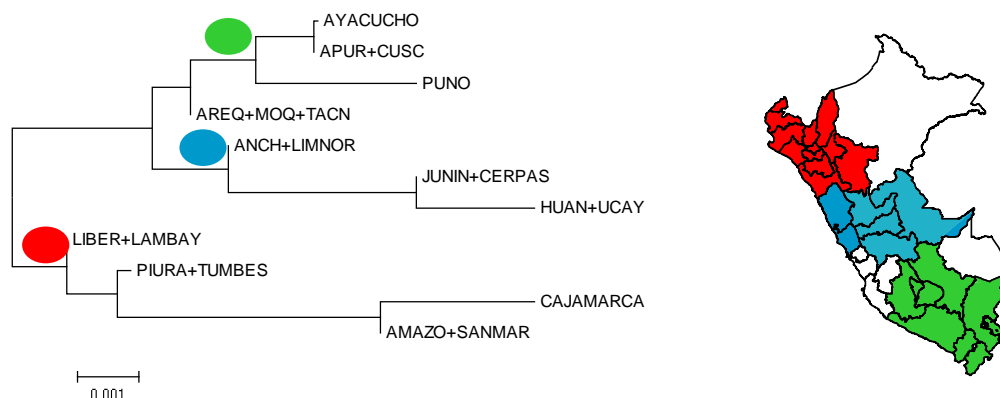


Grafico 01. Relación genética entre diversas regiones poblacionales, adaptado de Iannacone et al., 2011

El gráfico 01 ilustra un gradiente de temporalidad que va de norte a sur. Esta propuesta puede explicar las relaciones de temporalidad a partir de la población más antigua. Al parecer Cajamarca representa a la población más antigua (norte del Perú); Huánuco y Ucayali para la región centro y Puno para la región sur. El estudio plantea un ingreso migratorio desde el extremo norte del Perú (probablemente desde la región que ahora comprende el Ecuador); luego, los grupos humanos habrían poblado el Este del Perú (actualmente la región de Amazonas y San Martín). Sin embargo, algún grupo (o varios grupos) del Este pudieron haber ingresado por la región amazónica hacia la región de Huánuco y Ucayali, y posteriormente iniciar el poblamiento de la región de Cerro de Pasco y Junín.

Una población del Sur-Este, quizás de la zona de lo que actualmente comprende la región Boliviana pudo haber ingresado por la región de Puno y generar el poblamiento de la zona de Apurímac-Cuzco y Ayacucho. La alta similitud genética que ha sido reportada sobre muestras de grupos Aymaras y Quechuas de Bolivia (Gaya et al., 2010) puede ayudar a reforzar esta hipótesis. Lewis et al (2007) no encontró diferencias entre los Aymaras de Puno y los Quechuas puneños, esto refleja que ambos grupos poblacionales pudieron derivar genéticamente de una población homogénea. No obstante, es necesario continuar explorando estos resultados.

En relación a la costa, al parecer el poblamiento se originó en períodos posteriores. Una de las primeras poblaciones de la costa en poblarse corresponde a la región Ancash y

la zona norte de Lima, que pudieron haber migrado de la parte central del Perú. Debemos recordar además que el complejo arqueológico de “Caral” ha sido documentado como una de las primeras urbes de la región.

La zona costera de la región de Arequipa, Moquegua y Tacna estuvo poblada por individuos que migraron de la serranía del Sur del Perú; y en el caso de Piura, Tumbes, La Libertad y Lambayeque recibieron migraciones serranas del Norte del Perú.

Estos datos genéticos podrían explicar las diferencias entre el Oeste y Este de Sudamérica a partir del análisis del ADN mitocondrial (Lewis et al., 2007; Lewis et al., 2004). En este contexto nosotros postulamos a la hipótesis del punto de confluencia genética en la región del Perú entre las poblaciones que poblaron el Nor-Oeste de Sudamérica con las poblaciones del Este y Sur-Este de Sudamérica las cuales tienen un mismo origen migratorio. Estos datos reforzarían la teoría de la migración única para el poblamiento de Sudamérica (Lewis 2010; Lewis et al., 2007; Lewis et al., 2004).

Predominancia genética nativo americana

El Perú es uno de los países latinoamericanos que tiene una de las poblaciones humanas de mayor diversidad cultural y genética en el mundo. Etnohistóricamente, antes del siglo XVI, la población del Perú estuvo conformada por una sucesión de tradiciones culturales pre-incas hasta la conformación de un complejo estado Inca conocido como Tawantinsuyo. El componente genético de estas poblaciones se circunscribe al NA que probablemente tiene un mismo ingreso migratorio hacia Sudamérica (Lewis 2010, Lewis et al 2007). El encuentro entre la población NA y la población foránea de Europa (España) a inicios del XVI dió un largo proceso de mestizaje y flujo génico en esta región. No obstante, el mestizaje se complementó con poblaciones Africanas, Asiáticas, y del medio oriente a mediados del siglo XIX e inicios del siglo XX.

Un componente adicional estuvo influenciado por una reducción severa y brusca de la población nativa como consecuencia de un violento proceso de colonización, que incluye además conflictos bélicos entre los propios nativos. El trabajo forzado en las minas y las letales epidemias debido a la introducción de nuevas enfermedades en la región fue una consecuencia importante de la reducción poblacional NA (Allison y Gerzsten, 1998). Se calcula además que previo al contacto foráneo, la población NA era de 12 y 15 millones de personas, luego esta cifra fue reducida drásticamente alrededor de un 95% aproximadamente (Allison y Gerzsten, 1998; Cook, 1981). La reducción poblacional fue

muy similar en otras regiones de Sudamérica, sin embargo, debido a que otras poblaciones eran más pequeñas se ha evidenciado mayor porcentaje de contribución foránea con predominancia matrilineal indígena y predominancia europea para el linaje patrilineal (Gascue et al 2005, Vieira et al 2002, Mesa et al 2000 y Batista do Santos et al 1999). Ciertamente, se sostiene que las poblaciones que tuvieron un procesos de mestizaje cuentan con un mayor o menor componente NA o foráneo, dependiendo del número efectivo poblacional, de la magnitud de la migración y del tiempo que ha transcurrido desde el primer contacto hasta la actualidad (Dupanloup et al 2004).

Iannacone et al., 2011b documento una mayor tendencia de la variabilidad haplotípica del cromosoma Y (linaje paterno) en comparación con el ADN mitocondrial (linaje materno) en poblaciones provenientes de contextos urbanos de diferentes regiones del Perú. Observaciones similares han sido reportadas por otros investigadores (Bolnick y Smith 2003; Burton et al., 1996). Burton et al., (1996) señalo que en poblaciones NA por lo general se observa una menor diversidad del linaje materno (mtDNA). Concluyo además que la mitad de la población NA estudiada tenía un comportamiento Matrilocal y la otra mitad comportamiento Patrilocal.

Allison y Gerzten (1998) señalaron que después del contacto europeo la reducción de la población masculina de origen NA (incluyendo los niños) se redujo severamente debido a la intensa y forzada labor en las minas. La mayor incorporación de mujeres NA en la servidumbre de las haciendas y el incremento de abusos y vejámenes sexuales contra las mujeres NA pudo haber influido en la variabilidad haplotípica del cromosoma Y (linaje paterno). A pesar de esta introgresión se pudo mantener una preponderancia de haplogrupos NA como el haplogrupo B en el caso del mtDNA o del haplogrupo Q en el caso del cromosoma Y (linaje paterno).

Bonilla et al., (2005) han documentado que la población rural de México muestra un alto porcentaje NA que llega al 98% del pool de genes de esta población, mientras que el europeo y africano es de 1%. En el caso del mtDNA se observa que 98.5% es indígena y lo mismo ocurre con Y-STR (Bonilla et al 2005). Otra población mexicana de Arizona evidenció un 29% NA, 68% español y 3% africano (Long et al 1991).

México y Perú se caracterizan por una importante expansión demográfica y un flujo genético importante pero severamente reducida tras el contacto europeo. Martinez-Mariqnac y colegas (2007) mediante el estudio de poblaciones urbanas de México observan

resultados similares a los reportados por nosotros. La contribución NA en la población Urbana de México es de 65% mientras que la europea y la africana es del 30% (Martinez-Mariqnac et al 2007). Martinez-Mariqnac y colegas (op cit) sugirieron además que la contribución mtDNA fue de 90% y la del padre 40%. En otros casos donde los números efectivos poblacionales son menores se puede verificar una mayor componente foránea en el linaje patrilineal (Seldin et al 2007).

A pesar que desde finales de la década del 90' se desarrollaron diversos estudios que han documentado la considerable heterogeneidad de la población Latino Americana (Lewis 2010; Lewis et al., 2007; Seldin et al., 2007; Sans et al., 2006; Loyo et al 2004; Cifuentes et al., 2004; Carvajal-Carmona 2000, entre otros), aún está pendiente la documentación y el refinamiento de los patrones de mestizaje para el caso peruano, el cual es útil para corregir y controlar la estructura genética poblacional.

En Latinoamérica se sabe que la Argentina mantiene un porcentaje de mestizaje europeo alto que llega al 80.2%, el contenido NA es de 18.1% y la contribución africana llega al 1.7%. (Seldin et al 2007). Similares hallazgos se observan entre los uruguayos con 82% de europeo, 8% NA y 10% de africano y el mtDNA muestra 49% europeo, 30% NA y 24% africano (Sans et al 2006). En el caso de la población colombiana de Antioquia se observa que el contenido nativo es mayor a nivel mitocondrial (90%), sin embargo, en el caso del cromosoma Y el componente europeo es del 94%, 5% africano y 1% NA. (Carvajal-Carmona 2000). En una población de Venezuela la contribución española es de 52.5%, africana en un 27.6% y NA en un 19.9%. (Loyo et al 2004). El caso de la población de Santiago de Chile muestran que el contenido nativo es menor del 30% (Cifuentes et al 2004).

Nuestro trabajo se concentró en explorar la estructura uniparental (linajes patrilineales y matrilineales) así como la contribución foránea y NA en la población peruana. Para abordar este tema se analizó los marcadores microsatélites del cromosoma Y (Linaje paterno) y la secuencia de la región hipervariable I del ADN mitocondrial (Linaje materno). Con el estudio de Iannacone y colegas (op cit) se demuestra que la población peruana mantiene una relación genética NA alta como unidad poblacional el cual se puede verificar con la información del ADN mitocondrial (98% NA) y del cromosoma Y (55% NA) (Iannacone et al., 2011); además de la información proporcionada por marcados biparentales (STR autosómicos) que sugiere un 70% a 75% de contribución NA. No

obstante, en diversos lugares del país podemos encontrar estructuras genéticas que pudieron mantenerse a lo largo del tiempo y que corresponden a la estructura NA.

Similares hallazgos han sido reportados en la literatura publicada (Tarazona et al 2001). Tarazona y colegas han manifestado que las poblaciones andinas tienen la característica de contener un número efectivo poblacional alto respecto a las poblaciones del Este de Sudamérica. Esta característica produce que el flujo génico entre las poblaciones andinas sea más alto, generando que el parecido genético entre estas poblaciones sea mayor. Este fenómeno genético es comúnmente denominado subestructuración poblacional o pérdida de heterocigocidad genotípica; situación que fue observada por nosotros en una muestra poblacional Ayacuchana (Iannacone op cit). Esta característica sugiere tres posibilidades de explicación: 1) los ayacuchanos podrían haber estado afectados por una reducción poblacional severa; 2) la tendencia de las relaciones matrimoniales entre los ayacuchanos se desarrollaron entre personas cercanas; ó, 3) la población ayacuchana está formada por varias comunidades que han sido fundadas por un número reducido de ancestros. Estas hipótesis apertura un panorama interesante para responder a preguntas sobre la diversidad genética de los pobladores de Ayacucho y las implicancias en la respuesta humanitaria para la búsqueda de personas desaparecidas en estas regiones. Ciertamente, es muy probable el incremento de falsas identificaciones genéticas (falsos positivos) en esta región y en diversas otras regiones peruanas. Es un tema que apenas acaba de nacer en el Perú y que se conoce en la literatura como Antropología genética (Relethford 2010; Crawford 2006).

A manera de epílogo

Históricamente, los estudios sobre la variación biológica de los humanos han sido de gran interés para los antropólogos. La tradición en el Perú no fue diferente, las investigaciones se interesaron en el entendimiento de los mecanismos de Adaptación humana, principalmente de aquellas personas que viven en los Andes. Los trabajos incluyen evaluaciones sobre el crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes en medio de condiciones de hipoxia severa, respuestas fisiológicas a temperaturas elevadas, efectos del trabajo y el metabolismo del consumo de energía, la hipoxia y las capacidades pulmonares asociadas al transporte de oxígeno, la nutrición y la enfermedad, entre otros temas que fueron impulsados de manera regular a partir del año 1964 (Baker 1969). Hoy, los esfuerzos científicos continúan en esta perspectiva tal como lo demuestra la literatura

publicada. Sumado a lo anterior, la complementariedad de la era genómica ha fortalecido también la naturaleza de la investigación en Antropología (O'Rourke 2003, 2006, 2010).

En un futuro –que esperamos no sea lejano- pueda que los nuevos antropólogos peruanos se animen a experimentar la Antropología biológica que es actualmente requerida por la ciencia peruana. Este nuevo enfoque puede ser de utilidad tanto para el avance de la “Antropología del conocimiento” como para la Antropología de la “ciencias para la utilidad práctica” (Singer, 2008). Otros países de la región ya iniciaron este proceso de formación biológica de los antropólogos con miras a fortalecer la antropología en Latinoamérica. Chile es un claro ejemplo de este avance.

Soy un convencido que aquellos que asuman el reto de la Antropología biológica en nuestro país pueden tener un escenario brillante para generar nuevos conocimientos prácticos, los cuales podrán ser utilizados para la gestión pública de la Salud; la Antropología genética es un ejemplo de esto (Relethford 2010; Crawford 2006).

Las publicaciones desarrolladas hasta la fecha abren la necesidad de abordar un nuevo escenario de reflexión para el debate de la disciplina, que implica asumir nuevos retos en la práctica de la Antropología en el Perú, entre ellas la formación académica y su visión en las necesidades de hoy.

Bibliografía citada

- Allison M., Gerszten E. 1999. It is Said that the Earth is Only for Some - A History of the American Holocaust. Professional Press, Chapel Hill, N.C. March 1999.
- Armelagos, GJ., Brown, PJ. Turner, B. 2005. Evolutionary, historical and political economic perspectives on health and disease. *Social Science and Medicine*, 61, 755–765.
- Baker PT. 1978a. IBP High Altitude Research: development and strategies. In: Baker PT, editor. *The biology of high altitude peoples*. Cambridge: Cambridge University Press. p 1–16.
- Baker PT. 1978b. The adaptive fitness of high altitude populations. In: Baker PT, editor. *The biology of high altitude peoples*. Cambridge: Cambridge University Press. p 317–350.
- Ballew C, Garruto RM, Haas JD. 1989 High altitude hematology: Paradigm or enigma? In: Little MA, Haas JD, editors. *Human population biology: A transdisciplinary science*. New York: Oxford University Press. p 239–262.
- Barker DJP 1998. *Mothers, Babies, and Health in Later Life*, 2nd edn. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Batista do Santos SE, Rodrigues JD, Ribeiro-dos-Santos AK, Zago MA. 1999. Differential contribution of indigenous men and women to the formation of an urban population in the Amazon region as revealed by mtDNA and Y-DNA. *Am J Phys Anthropol*. Jun;109(2):175-80.
- Beall CM, Baker PT, Baker TS, and Haas JD. 1977. The effects of high altitude on adolescent growth in Southern Peruvian Amerindians. *Hum. Biol.* 49:109-124.
- Beall CM, Brittenham GM, Strohl KP, Blangero J, Williams-Blangero S, Goldstein MC, Decker MJ, Vargas E, Villena M, Soria R, Alarcon AM, Gonzales C. 1998. Hemoglobin concentration of high-altitude Tibetans and Bolivian Aymara. *Am J Phys Anthropol* 106:385–400.

- Beall CM, Goldstein MC. 1990. Hemoglobin concentration, percent oxygen saturation and arterial oxygen content of Tibetan nomads at 4850 to 5450 m. In:
- Beall CM. 1982. A comparison in chest morphology in high altitude Asian and Andean populations. *Hum Biol* 54:145–163.
- Berti PR., Leonard WR., Berti WJ. 1998. Stunting in an Andean community: Prevalence and etiology. *American Journal of Human biology*. 10:229-240.
- Bogin B, Varela-Silva MI, Rios L. 2007. Life history trade-offs in human growth: adaptation or pathology? *Am J Hum Biol* 19:631–642.
- Bogin, B. (1999). *Patterns of Human Growth*, 2nd edn. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bogin, B. 2010. *Evolution of Human Growth*. In M. Muehlenbein (ed.), *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bolnick DA, Smith DG, 2003. Unexpected patterns of mitochondrial DNA variation among Native Americans from the southeastern United States. Bolnick DA, Smith DG. *Am J Phys Anthropol*. Dec;122(4):336-54.
- Bonilla C, Gutierrez G, Parra EJ, Kline C, Shriver MD. 2005. Admixture analysis of a rural population of the state of Guerrero, Mexico. *Am J Phys Anthropol*. Dec;128(4):861-9
- Buikstra, JE., Beck, LA. (eds) (2006) *Bioarchaeology: The Contextual Analysis of Human Remains*. Burlington MA: Academic Press.
- Burton ML, Moore CC, Whiting JWM, Romney AK (1996) Regions based on social structure. *Curr Anthropol* 37:87–123.
- Cameron, N. (2002). *Human Growth and Development*. San Diego, California: Academic Press.
- Carvajal-Carmona LG, Soto ID, Pineda N, Ortiz-Barrientos D, Duque C, Ospina-Duque J, McCarthy M, Montoya P, Alvarez VM, Bedoya G, Ruiz-Linares A. Strong Amerind/white sex bias and a possible Sephardic contribution among the founders of a population in northwest Colombia. *Am J Hum Genet*. 2000 Nov;67(5):1287-95.
- Chakraborty R, Clench J, Ferrel RE, Barton S, Schull WJ. 1983. Genetic component of variations of red cell glycolytic intermediates at two altitudes among the South America Aymara. *Ann Hum Biol* 10:173–184.
- Cifuentes L, Morales R, Sepulveda D, Jorquera H, Acuna M. DYS19 and DYS199 loci in a Chilean population of mixed ancestry. *Am J Phys Anthropol*. 2004 Sep;125(1):85-9
- Cook ND. 1981. *Demographic collapse, Indian Peru, 1520- 1620*. USA: Cambridge University Press.
- Crawford, M. H. (ed.) (2007) *Anthropological Genetics: Theory, Methods, and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cueto M. 1990. Entre la teoría y la técnica: los inicios de la fisiológica de altura en el Perú. *Bull. Inst. fr. Etudes. Andines*. 19, N2. pp 431-441.
- Dufour DL. 2010. *Nutrition, Health, and Function*. In Larsen (eds). *A Companion to Biological Anthropology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Dupanloup I, Bertorelle G, Chikhi L, Barbujani G., Estimating the impact of prehistoric admixture on the genome of Europeans. *Mol Biol Evol*. 2004 Jul;21(7):1361-72. Epub 2004 Mar 24.
- Fenhren-Schmitz L, Reindel M, Cagigao ET, Hummel S, Herrmann B (a). 2010. Pre-Columbian population dynamics in coastal southern Peru: A diachronic investigation of mtDNA patterns in the Palpa region by ancient DNA analysis. *Am J Phys Anthropol*. 141(2):208-21.
- Ferrell, RE, Bertin, T, Barton, SA, Rothhammer, F, Schull, WJ (1980) The multinational Andean genetic and health program. IX. Gene frequencies and rare variants of 20 serum proteins and erythrocyte enzymes in the Aymara of Chile. *Am. J. Hum. Genet*. 32:92-102.
- Frisancho , A.R.; Guire , K.; Babler W.; Borkan G. and A. Way 1980 “Nutritional influence on childhood development and genetic control of adolescent growth of Quechuas and Mestizos from the Peruvian lowlands”. *American Journal of Physical Anthropology* 52:367- 375.

- Frisancho AR, Frisancho HG, Milotich M, Albalak R, Brutsaert T, Spielvogel H, Villena M, Vargas E. 1995. Developmental, genetic and environmental components of aerobic capacity at high altitude. *Am J Phys Anthropol* 96:431–442.
- Frisancho AR, Frisancho HG, Milotich M, Albalak R, Spielvogel H, Villena M, Vargas E, Soria R. 1997. Developmental, genetic and environmental components of lung volumes at high altitude. *Am J Hum Biol* 9:191–204.
- Frisancho AR. 1969. Human growth and pulmonary function of a high altitude Peruvian Quechua population. *Hum. Biol.* 41:365-379.
- Frisancho AR. 1970. Developmental responses to high altitude hypoxia. *Am J Phys Anthropol* 32: 401–407.
- Frisancho AR. 1975. Functional adaptation to high altitude hypoxia. *Science* 187:313–319.
- Frisancho AR. 1977. Developmental adaptation to high altitude hypoxia. *Int J Biometeor* 21:35–146.
- Frisancho AR. 1988. Origins of differences in hemoglobin concentration between Himalayan and Andean populations. *Realization Physiology* 72:13-18.
- Frisancho AR. 1993. *Human Adaptation and Accommodation*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Frisancho AR. 2003. Reduced rate of fat oxidation: a metabolic pathway to obesity in the developing nations. *Am J Hum Biol* 15:522–532.
- Frisancho AR. 2006. *Humankind evolving. Exploration on the origins of human diversity*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Co.
- Frisancho AR. 2010. *The Study of Human Adaptation*. In M. Muehlenbein (ed.), *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frisancho AR., Baker PT. 1970. Altitude and growth. A study of the patterns of physical growth of a high altitude Peruvian Quechua population. *Am. J Phys Anthropol* 32:279-292.
- Frisancho AR., Baker PT. 1970. Altitude and growth: a study of the patterns of physical growth of a high altitude Peruvian Quechua population. *American Journal of Physical Anthropology*, 32, 279–292.
- Frisancho AR., Klayman JE. 1975. A-B-O and Rh affinities between highland and lowland Quechua-speaking Peruvian populations. *American Journal of Physical Anthropology* 43 :285-290.
- Frisancho, AR., Borkan, GA., Klayman JE. 1975. Pattern of growth of lowland and highland Peruvian Quechua of similar genetic composition. *Human Biology*, 47, 233–243.
- Futuyma DJ. 2010. *Evolutionary Theory*. In M. Muehlenbein (ed.), *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gascue C, Mimbacas A, Sans M, Gallino JP, Bertoni B, Hidalgo P, Cardoso H. Frequencies of the four major Amerindian mtDNA haplogroups in the population of Montevideo, Uruguay. *Hum Biol.* 2005 Dec;77(6):873-8.
- Gaya - Vidal M, Dugoujon JM, Esteban E, Athanasiadis G, Rodríguez A, Villena M, Vasquez R, Moral P. 2010. Autosomal and X chromosome Alu insertions in Bolivian Aymaras and Quechuas: two languages and one genetic pool. *Am J Hum Biol* 22:154–162.
- Goodman, A. H., and Leatherman, T. L. 1998 *Building a New Biocultural Synthesis: Political–Economic Perspectives on Human Biology*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Greksa LP, Spielvogel H, Paredes L, Paz Zamora M, Caceres E. 1984. The physical growth of urban children at high altitude. *Am J Phys Anthropol* 65:315– 322
- Greksa LP, Spielvogel H, Paredes-Fernandez L, Paz-Zamora M, Caceres E. 1984. The physical growth of urban children at high altitude. *American Journal of Physical Anthropology*. 65(3):315-22.
- Greksa LP. 1991. Human Physiological adaptation to high altitude environments. In: Mascie –Taylor CGN, Lasker GW., editors. *Applications of biological anthropology to human affairs*. Cambridge: Cambridge University Press. p 117-142.
- Greksa LP. 1996. Growth patterns of European and Amerindian high altitudes natives. *Curr Anthropol* 27:72–74.

- Greksa, L. P. 1986. Growth Patterns of European and Amerindian High-Altitude Natives. *Current Anthropology*, Vol. 27, No. 1. pp. 72-74.
- Greksa, L. P. 2006. Growth and development of Andean high altitude residents. *High Altitude Medicine and Biology*, 7, 116–124.
- Greksa, L. P. and Haas, J. D. (1982). Physical growth and maximal work capacity in preadolescent boys at highaltitude. *Human Biology*, 54, 677–695.
- Greksa, L. P., Spielvogel, H. and Paredes-Fernandez, L. (1985). Maximal exercise capacity in adolescent European and Amerindian high-altitude natives. *American Journal of Physical Anthropology*, 67, 209–216.
- Guevara E. 2009. Genetic Diversity and Divergence in a Contemporary Chachapoya Population From Amazonas - Peru: aSTRs, Y-STRs AND mtDNA EVIDENCE. Tesis de grado de maestria. Pontificia Universidad Católica del Perú
- Haenn N., Wilk RR. (eds) 2006. *The Environment in Anthropology: A Reader in Ecology, Culture, and Sustainable Living*. New York University.
- Hauspie, R., Cameron, N., and Molinari, L. (2004). *Methods in Human Growth Research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hurtado A., 1932 Studies at high altitude. Blood observations on the Indian natives of the Peruvian Andes. *Am. J. Physiol.*, vol. 100, pp. 487-505.
- Hurtado, A. 1932. Respiratory adaptation in the Indian natives of the Peruvian Andes. *Studies at high altitude. J. phys. Anthrop.*, 17." 137.
- Iannacone, GC., Parra, RC., Bermejo, M., Rojas, Y. Valencia, C., Portugués, LY., Medina, ME., Vallejo, A., Prochanow, A. 2011a. Peruvian Genetic Structure and their impact in the identification of Andean Missing Persons: A Perspective from Ayacucho. *Forensic Sci. Int., Genetics Supplement Series*.
- Iannacone, GC., Parra, RC., Diaz, CA., Lizarraga B. 2011b. Predominant Genetic Component of Human Miscegenation Urban Population of Peru: Forensic Approach. Proceeding of the International Association of Forensic Science, Scientific Meeting, Funcha-Madeira (Portugal), September 12-17.
- Kuklick H. (eds) 2008. *A New History of Anthropology*. Blackwell Publishing Ltd.
- Kuzawa CW. 2010. Beyond Feast–Famine: Brain Evolution, Human Life History, and the Metabolic Syndrome In M. Muehlenbein (ed.), *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Larsen CS. (eds) 2010. *A Companion to Biological Anthropology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Larsen CS. 1997. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leatherman TL, Carey JW, Brooke TR. 1995. Socioeconomic changes and pattern of growth in the Andes. *Am J Phys Anthropol* 97:307–322.
- Leonard WR, Leatherman TL, Carey JW, Thomas RB. 1990. Contributions of nutrition versus hypoxia to growth in rural Andean populations. *Am J Hum Biol* 2:613–626.
- Leonard WR. 1989a. Nutritional determinants of high altitude growth in Nunoa, Peru. *Am J Phys Anthropol* 80:341–352.
- Leonard WR. 1989b. Nutritional strategies in the rural Andes and their impact on growth, development and mortality. *Homo* 39:65–77.
- Leslie PW., Little MA. 2003. Human Biology and Ecology: Variation in Nature and the Nature of Variation. *American Anthropologist* 105(1):28-37
- Lewis CM Jr, Lizárraga B, Tito RY, López PW, Iannacone GC, Medina A, Martínez R, Polo SI, De La Cruz AF, Cáceres AM, Stone AC. 2007. Mitochondrial DNA and the peopling of South America. *Hum Biol.* 79(2):159-78.
- Lewis CM Jr, Lizárraga B, Tito RY, López PW, Iannacone GC, Medina A, Martínez R, Polo SI, De La Cruz AF, Cáceres AM, Stone AC. 2005. Mitochondrial DNA and the peopling of South America. *Hum Biol.* 79(2):159-78

- Lewis CM Jr, Tito RY, Lizárraga B, Stone AC. 2005. Land, language, and loci: mtDNA in Native Americans and the genetic history of Peru. *Am J Phys Anthropol.* 127(3):351-60.
- Little MA. 2010. History of the Study of Human Biology. In M. Muehlenbein (ed.), *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Little MA., Sussman RW. 2010. History of Biological Anthropology. In Larsen (eds). *A Companion to Biological Anthropology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Long JC, Williams RC, McAuley JE, Medis R, Partel R, Tregellas WM, South SF, Rea AE, McCormick SB, Iwaniec U. 1991. Genetic variation in Arizona Mexican Americans: estimation and interpretation of admixture proportions. *Am J Phys Anthropol.* 84(2):141-57.
- Loyo MA, de Guerra DC, Izaguirre MH, Rodriguez-Larralde A. 2004. Admixture estimates for Churuguara, a Venezuelan town in the State of Falcon. *Ann Hum Biol.* Nov-Dec;31(6):669-80
- Luiselli D, Simoni L, Tarazona-Santos E, Pastor S, Pettener D. 2000. Genetic structure of Quechuaspeakers of the Central Andes and geographical patterns of gene frequencies in South Amerindian populations. *Am J Phys Anthropol* 113:5-17.
- Malhi RS, Mortensen HM, Eshleman JA, Kemp BM, Lorenz JG, Kaestle FA, Johnson JR, Gorodezky C, Glenn Smith D. 2003. Native American mtDNA prehistory in the American Southwest. *Am J Phys Anthropol* 120: 108-124
- Martinez P, Garcia-Hirschfeld J, Garcia O, Gusmao L, Garcia P, Albarrana C, Sancho M, Alonso A. 2004. A Spanish population study of 17 Y-chromosome STR loci. *Forensic Sci Int* 139, 231-235.
- Martinez-Marignac VL, Valladares A, Cameron E, Chan A, Perera A, Globus-Goldberg R, Wachter N, Kumate J, McKeigue P, O'Donnell D, Shriver MD, Cruz M, Parra EJ. 2007. Admixture in Mexico City: implications for admixture mapping of type 2 diabetes genetic risk factors. *Hum Genet.* 120(6):807-19.
- Mesa NR, Mondragon MC, Soto ID, Parra MV, Duque C, Ortiz-Barrientos D, Garcia LF, Velez ID, Bravo ML, Munera JG, Bedoya G, Bortolini MC, Ruiz-Linares A, 2000. Autosomal, mtDNA, and Y-chromosome diversity in Amerinds: pre- and post-Columbian patterns of gene flow in South America. *Am J Hum Genet.* Nov; 67(5):1277-86
- Mielke, JH., Konigsberg LW., Relethford JH. 2006. *Human Biological Variation*. Oxford University Press. New York-Oxford.
- Modiano G., Bernini L., Carter N., Santa-Chiara S., Detter , J., Baur E., Paolucci A., Gigliani F., Morpurgo G., Santolamazza C., Scozzari R., Terrenato L., Meera P., Nijenhuis L. Kanashiro VK. 1972. A survey of several red cell and serum genetic markers in a Peruvian population". *American Journal of Human Genetics.* 24: 111-123.
- Moore LG., Niermeyer S., Zamudio S. 1998. Human adaptation to high altitude: Regional and life-cycle perspectives. *Yearbook of Physical Anthropology.* 41:25-64.
- Muehlenbein M. (ed.), 2010. *Human Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mueller, WH, Schull, VN, Schull, WJ, Soto, P, and Rothhammer, F 1978. A multinational Andean Genetic and Health Program: Growth and development in an hypoxic environment. *Ann. Hum. Biol.* 5:329-352.
- O'Rourke, DH. 2003. Anthropological Genetics in the Genomic Era: A Look Back and Ahead. *American Anthropologist* 105: 101-109.
- O'Rourke, DH. 2007. Ancient DNA and Its Application to the Reconstruction of Human Evolution and History. In M. H. Crawford (ed.), *Anthropological Genetics: Theory, Methods and Applications* (pp. 210-231). Cambridge: Cambridge University Press
- O'Rourke, DH. 2010. Human Molecular Genetics: The DNA Revolution and Variation. In Larsen (eds). *A Companion to Biological Anthropology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Pawson IG., Huicho L., Muro M., Pacheco A. 2001. Growth of children in two economically diverse peruvian high altitude communities. *American Journal of Human Biology.* 13:323-340.
- Pettener D, Pastor S, Tarazona-Santos E. 1998. Surnames and genetic structure of a high altitude Quechua community of the Peruvian Central Andes (Upper Valley of the Ichu River, 1825-1914). *Hum Biol* 70:865-887.

- Picon Reategui E, Lozano R, Valdivieso J. 1961a. Body composition at sea level and high altitudes. *J Appl Physiol* 16:589–592.
- Picon Reategui E. 1961b. Basal metabolic rate and body composition at high altitudes. *J Appl Physiol* 16:431–434.
- Picon Reategui E. 1978. The food and nutrition of high altitude populations. In: PT Baker, editor. *The biology of high altitude peoples*. Cambridge: Cambridge University Press. p 219–250.
- Relethford JH. 2010. *The Study of Human Population Genetics*. In Larsen (eds). *A Companion to Biological Anthropology*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Rodriguez-Delfin LA, Rubin-de-Celis VE, Zago MA. 2001. Genetic diversity in an Andean population from Peru and regional migration patterns of Amerindians in South America: data from Y chromosome and mitochondrial DNA. *Hum Hered*. 51(1-2):97-106.
- Salas A, Carracedo A, Macaulay V, Richards M, Bandelt HJ. A practical guide to mitochondrial DNA error prevention in clinical, forensic, and population genetics. *Biochem Biophys Res Commun*. 2005 Sep 30;335(3):891-9.
- Sans M, Merriwether DA, Hidalgo PC, Bentancor N, Weimer TA, Franco MH, Alvarez I, Kemp BM, Salzano FM. 2006. Population structure and admixture in Cerro Largo, Uruguay, based on blood markers and mitochondrial DNA polymorphisms. *Am J Hum Biol*. Jul-Aug;18(4):513-24
- Schell, L. M. 1997. Culture as a stressor: a revised model of biocultural interaction. *American Journal of Physical Anthropology*, 102, 67–77.
- Schell, L. M. Knutson, K. L. 2002. Environmental effects on growth. In *Human Growth and Development*, N. Cameron (ed.). London: Academic Press, pp. 165–196.
- Seldin MF., Tian C, Shigeta R, Scherbarth HR, Silva G, Belmont JW, Kittles R, Gamron S, Allevi A, Palatnik SA, Alvarelos A, Paira S, Caprarulo C, Guilleron C, Catoggio LJ, Prigione C, Berbotto GA, Garcia MA, Perandones CE, Pons-Estel BA, Alarcon-Riquelme ME. 2007. Argentine population genetic structure: large variance in Amerindian contribution. *Am J Phys Anthropol*. Mar;132(3):455-62.
- Shinoda K, Adachi N, Guillen S, Shimada I., 2006. Mitochondrial DNA analysis of ancient Peruvian highlanders, *Am J Phys Anthropol*. Sep; 131(1):98-107
- Sims LM, Garvey D, Ballantyne J. 2007. Sub-populations within the major European and African derived haplogroups R1b3 and E3a are differentiated by previously phylogenetically undefined Y-SNPs. *Hum Mutat*. Jan; 28(1):97.
- Stinson S. 1982. The effect of high altitude on the growth of children of high socioeconomic status in Bolivia. *American Journal of Physical Anthropology*.59(1):61-71.
- Stinson, S., Bogin B., O'Rourke D. 2010. *Textbook of Human Biology: an Evolutionary and Biocultural Perspective*, vol. 2. New York: Wiley-Liss
- Talledo M, Gavilan M, Choque C, Aiquipa L, Arévalo J, Montoya Y. 2009. Comparative allele distribution at 16 STR loci between the Andean and coastal population from Peru. *Forensic Sci Int Genet*. 2010 Jul;4(4):e109-17. Epub Oct 2.
- Tarazona-Santos E, Lavine M, Santiago P, Fiori G, Pettener D. 2000. Hematological and pulmonary responses to high altitude in Quechuas. A multivariate approach. *Am J Phys Anthropol* 111:165–176.
- Tarazona-Santos E, Pastor S, Cahuana R, Pettener D. 1997. Human adaptability in a Quechua population of the Peruvian Central Andes (Huancavelica, 3680 m). Relationships between forced vital capacity, chest dimensions and hemoglobin concentration. *Acta Andina* 6:226–232.
- Torrioni A, Schurr TG, Cabell MF, Brown MD, Neel JV, Larsen M, Smith DG, Vullo CM, Wallace DC. 1993. Asian affinities and continental radiation of the four founding Native American mtDNAs. *Am J Hum Genet*. 53(3):563-90
- Toselli S., Tarazona-Santos E., Pettener D. 2001. Body size, composition and blood pressure of high altitude quecha from the Peruvian central Andes (Huancavelica, 3,680 m). *American Journal of Human Biology*. 13:539-547.
- Ulijaszek, S. and Lofink, H. 2006. Obesity in biocultural perspective. *Annual Review of Anthropology*, 35, 337–360.

Vieira AR, Karras JC, Orioli IM, Castilla EE, Murray JC. 2002. Genetic origins in a South American clefting population. *Clin Genet.* Dec;62(6):458-63.