

El Legado del Instituto de Investigaciones de la Altura (IIA): Un referente mundial en investigación en altura

The Legacy of the Institute of High-Altitude Research: A global benchmark in High Altitude Research

Carla Gonzales Arimborgo¹

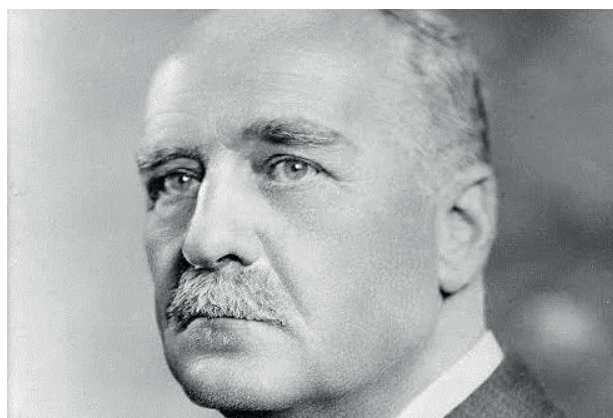
© La autora. Artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.



DOI: <https://doi.org/10.20453/ah.v68i1.6668>

El Instituto de Investigaciones de la Altura (IIA) fue fundado por Alberto Hurtado y otros colaboradores en 1961 junto con la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). A lo largo de los años, ha sido un referente en la investigación sobre la adaptación humana a grandes altitudes. Este instituto ha abordado importantes desafíos en salud pública en regiones altoandinas, como el bocio endémico, el mal de montaña crónico (MMC) y agudo, y la aclimatación a la altura, también enfermedades prevalentes en la región como la tuberculosis y la anemia. La fisiología, tanto reproductiva como metabólica en altura, ha contribuido significativamente al bienestar de las comunidades que habitan en estas regiones.

La historia de la medicina y biología de la altura se remonta a la década de 1920, cuando el Dr. Carlos Monge Medrano lideró una expedición científica a La Oroya, Ticlio y Morococha. El propósito de dicha expedición era demostrar que las afirmaciones de Joseph Barcroft, científico británico de la Universidad de Cambridge, de que el hombre andino era física y mentalmente inferior al caucásico europeo, eran erróneas. Estas aseveraciones fueron producto del soroche agudo que sufrió el mismo Barcroft y parte de su delegación en su viaje a las alturas de los Andes peruanos a fines de 1921.



Sir Joseph Barcroft, fisiólogo británico (1872-1947).

Carlos Monge Medrano, junto con su discípulo, el Dr. Alberto Hurtado, demostraron que los habitantes de las alturas andinas poseen adaptaciones fisiológicas únicas. Este hallazgo marcó el inicio de la medicina de altura en el Perú (Monge, 1925).

Asimismo, se debe a Carlos Monge Medrano la primera descripción, en 1925, ante la Academia Nacional de Medicina, de lo que ahora se conoce como el MMC, la cual correspondió a un caso con eritrocitosis excesiva que producía malestar en la altura y que desaparecía al retornar al nivel del mar. En 1929, Monge presenta su trabajo en París como «Enfermedad de Vaquez inducida por la altura», lo que llevó al doctor Louis Henri Vaquez a definir que el caso presentado era único y que no correspondía a la enfermedad de Vaquez. Por ello,

¹ Directora del Instituto de Investigaciones de la Altura de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
ORCID: 0000-0002-6419-3345

solicitó acuñar el término «enfermedad de Monge», y así fue aprobado; desde entonces, el MMC es conocido mundialmente como «enfermedad de Monge».



Carlos Monge Medrano (1884-1970).

En 1961, con la creación de la UPCH, el Dr. Alberto Hurtado fundó el IIA como la primera unidad de investigación de la nueva universidad. El instituto inició sus actividades con ocho laboratorios dedicados a diversas áreas de la medicina, tales como respiración, cardiología, hematología y endocrinología. Todo esto fue posible gracias a los recursos obtenidos por el profesor Alberto Hurtado de la Fundación Rockefeller de los Estados Unidos.

Posteriormente, El Dr. Hurtado, luego de Monge Medrano, tuvo un rol fundamental en el desarrollo de la medicina y patología de la altura.

A lo largo de su existencia, el IIA ha realizado importantes contribuciones a la salud pública y la ciencia. Los miembros del instituto han contribuido con hallazgos relevantes para la salud pública, como el trabajo del Dr. Eduardo Pretell en la erradicación del bocio endémico, desempeñando un papel crucial en la eliminación de trastornos por deficiencia de yodo en las regiones

altoandinas y mejorando la salud de miles de personas (Gonzales y Villena 2015).

Por otro lado, el equipo del Dr. Gustavo F. Gonzales ha cuestionado diagnósticos erróneos de anemia en niños de altura, proponiendo nuevas fórmulas de corrección que han mejorado la precisión en el diagnóstico y tratamiento de esta condición (Gonzales y Paz-Aparicio 2024). El Dr. Gonzales ha cumplido un rol importante en el IIA, siendo electo en seis oportunidades como director desde 1989 hasta 2007.

Otro importante representante del instituto fue el Dr. Roger Guerra-García, quien se interesó sobremedida en el estudio de la población peruana y las repercusiones de la altura en la calidad de vida de las personas. Además, trabajó intensamente en la salud materno-infantil, problemas de la reproducción, y andrología a nivel del mar y en la altura (Tavara, 2020).

Por otra parte, la Dra. Carla Gonzales Arimburgo y y otros colaboradores han realizado investigaciones sobre el uso de plantas originarias altoandinas como la maca, que ha demostrado sus beneficios para la salud en poblaciones tanto de altura como aquellas que se ubican al nivel del mar (Gonzales et al, 2014; Gonzales-Arimburgo et al., 2016).



Dr. Alberto Hurtado Abadía (1901-1983).

El instituto ha documentado los efectos adversos de las cocinas tradicionales de biomasa en la salud a través de un importante «grant de investigación» en conjunto con la entonces Facultad de Ciencias y Filosofía y con la Universidad de Emory, financiado por los Institutos

Nacionales de Salud (Gonzales y Guerra-García, 2011; Yucra et al., 2011; 2014).

Las contribuciones de Fabiola León Velarde y Carlos Monge Cassinelli (más conocido como Choclo Monge) han sido trascendentales, en particular por sus estudios sobre el MMC. Cabe resaltar que Fabiola León Velarde es la primera autora del artículo de consenso de la definición de MMC, que se logró en el VI Congreso Mundial de Medicina y Fisiología de Altura en Xining, China, 2004 (León-Velarde et al., 2005).

Carlos «Choclo» Monge Cassinelli, un pilar de integridad científica y gran amistad para los investigadores de altura de todo el mundo, falleció en 2006 y fue honrado por muchos de sus amigos y colegas en el Simposio Internacional de Hipoxia de 2007 (León-Velarde y Richalet, 2007).

Todo lo anterior representa una pequeña muestra de la enorme actividad científica desarrollada en el IIA por sus miembros, que continúa innovando para mejorar la vida en las regiones de altura. Gran parte de estas investigaciones se han realizado en el emblemático Laboratorio de Cerro de Pasco.

Han pasado más de 60 años desde su creación y el instituto sigue aportando crecientemente a la investigación en altura.

En el 2024, investigadores del IIA han participado en la Expedición 5300, un proyecto conjunto con la Université Grenoble Alpes, que investiga las condiciones de salud en regiones de altura, específicamente en La Rinconada, Puno, la ciudad poblada más alta del mundo. Esta colaboración franco-peruana, que busca profundizar en la comprensión de los efectos de la altitud extrema en la salud humana, es una iniciativa multidisciplinaria que representa un hito en la investigación de altura, combinando experiencia local con tecnología internacional.

Asimismo, el Dr. Francisco Villafuerte ha realizado contribuciones significativas en el campo de la fisiología y medicina de altura. Ha liderado el estudio sobre genética en poblaciones andinas, identificando biomarcadores fisiológicos útiles en el diagnóstico del mal de montaña

agudo y crónico. Además, han desarrollado modelos animales para entender los mecanismos de adaptación a ambientes hipóxicos. Sus estudios también han explorado la relación entre la eritropoyetina y la eritrocitosis excesiva en poblaciones de altura. Igualmente, ha llevado a cabo el estudio HIGH Altitude Cardiovascular Research-Latin America Population Study (HIGHCARE-LAPS), que investiga el efecto de la residencia a gran altitud sobre la presión arterial (Villafuerte et al., 2022; Hansen et al., 2022).

La importancia del Laboratorio de Cerro de Pasco

El Laboratorio de Cerro de Pasco, del Instituto de Investigaciones de la Altura, fue inaugurado en el año 1971, en la ciudad de San Juan Pampa, y se encuentra en un entorno privilegiado para realizar investigaciones científicas sobre los efectos de la altitud. Ubicado a 4340 metros sobre el nivel del mar, en una ciudad poblada, se distingue por ser un «laboratorio natural» único en su tipo. A diferencia de otras localidades de gran altitud, que suelen estar en zonas más remotas o con escaso acceso, Cerro de Pasco ofrece la ventaja de contar con una infraestructura adecuada y una población residente, lo que facilita la realización de estudios longitudinales y observacionales sobre los efectos a largo plazo de vivir en la altitud.



Laboratorio del Instituto de Investigación de la Altura, UPCH en Cerro de Pasco. Construido en 1972, siendo director el Dr. Roger Guerra García.

La gran altitud de Cerro de Pasco, combinada con su fácil acceso (a pocas horas de Lima), permite a los investigadores realizar estudios directos sobre cómo la exposición a condiciones extremas, como la baja presión de oxígeno, afecta a la salud, fisiología y biología humana. El viaje a Cerro de Pasco nos permite admirar

zonas formidables en su belleza natural, como las altas cordilleras de Ticlio, ubicadas a 4800 metros de altura.

A diferencia de otros centros de investigación en altitudes elevadas, que a menudo están deshabitadas o en zonas de difícil acceso, la ciudad de Cerro de Pasco ofrece un entorno que describe, de manera más precisa, las condiciones reales que enfrentan los habitantes de las zonas de grandes altitudes. Esto lo convierte en un escenario ideal para evaluar, de manera más representativa, los efectos de la altura en las personas que viven allí permanentemente.



Socavón Cerro de Pasco.

Además, la población residente de Cerro de Pasco se convierte en un grupo de estudio invaluable, ya que permite observar cómo los seres humanos se adaptan a estas condiciones de manera continua, algo que no es posible en otras zonas donde la exposición es temporal o de corta duración. Estos estudios son fundamentales para comprender enfermedades relacionadas con la altitud, como el mal de altura, la eritrocitosis excesiva, entre otras condiciones, lo que permite desarrollar estrategias de salud pública y prevención que puedan aplicarse en otras regiones de gran altitud.

En conjunto, la ubicación estratégica de Cerro de Pasco, su gran altitud, su acceso directo y la presencia de una población estable, hacen de este laboratorio natural un

lugar ideal para la investigación científica en fisiología humana, biología y salud. Los estudios realizados en esta ciudad permiten obtener datos cruciales para mejorar el entendimiento de los efectos de la altitud y generar soluciones para los desafíos que enfrentan las personas que habitan en zonas de altura. Todo esto, sin descartar nuevos enfoques como el de Una Salud (One Health), involucra también los componentes vivos de los alrededores, como los animales y el ecosistema, en un contexto creciente de cambio climático.

CONCLUSIÓN

Desde su fundación, el IIA de la UPCH se ha consolidado como una de las instituciones científicas más prestigiosas del país y un referente internacional en el estudio de los efectos de la altura sobre la salud humana. Situado en un país andino, con cerca del 30 % de su población viviendo por encima de los 2500 m s. n. m., el instituto ha respondido a una necesidad urgente y contextual: comprender cómo la hipoxia (bajo nivel de oxígeno), tanto crónica como aguda, afecta al organismo humano y qué adaptaciones fisiológicas desarrollan las poblaciones que habitan en estas condiciones extremas. Los legados del Dr. Carlos Monge Medrano, desde la UNMSM, y del Dr. Alberto Hurtado, desde la UPCH, siguen vivos en las líneas de investigación que el instituto impulsa desde sus inicios hasta la actualidad, con estudios que

Los estudios realizados en esta ciudad permiten obtener **datos cruciales para mejorar el entendimiento de los efectos de la altitud** y generar soluciones para los desafíos que enfrentan las personas que habitan en zonas de altura.

abarcaban desde la genética y biología molecular hasta la medicina comunitaria y salud pública.

Estas investigaciones han sido esenciales para diagnosticar, prevenir y tratar condiciones asociadas con la vida en altura, como la hipoxemia, la eritrocitosis excesiva, los trastornos del sueño y las enfermedades cardiovasculares.

Además, el instituto ha identificado biomarcadores fisiológicos y ha desarrollado modelos animales para estudiar los mecanismos celulares de adaptación, contribuyendo a la medicina global en diversos campos.

El impacto del IIA no se limita al plano académico o científico, sino que se extiende a un genuino compromiso con la mejora de la calidad de vida en comunidades altoandinas del Perú. A través de proyectos de investigación aplicada, en paralelo, el instituto desempeña un papel crucial en la formación de investigadores y médicos peruanos, ofreciendo un entorno académico riguroso y multidisciplinario que integra la fisiología, genética, bioquímica y epidemiología. Esta labor educativa fortalece las capacidades científicas del país y asegura la continuidad de una tradición investigadora iniciada hace más de un siglo. En un contexto donde las brechas en salud entre la costa y sierra siguen siendo notorias, el instituto representa una herramienta clave para la equidad, el desarrollo científico y la justicia social, siendo un referente en la sostenibilidad de la investigación sobre todo en los nuevos cambios ambientales y en las demandas económicas, tanto nacionales como internacionales, como lo es la minería en zonas de gran altitud.

Su contribución a la ciencia peruana no solo radica en sus publicaciones y descubrimientos, sino también en su capacidad de transformar el conocimiento en soluciones concretas para los desafíos que enfrentan las poblaciones que viven en condiciones de hipoxia.

REFERENCIAS

- Gonzales-Arimborgo, C., Yupanqui, I., Montero, E., Alarcón-Yaquetto, D. E., Zevallos-Concha, A., Caballero, L., Gasco, M., Zhao, J., Khan, I. A. y Gonzales, G. F. (2016). Acceptability, safety, and efficacy of oral administration of extracts of black or red maca (*Lepidium meyenii*) in adult human subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Pharmaceuticals*, 9(3), 49. <https://doi.org/10.3390/ph9030049>
- Gonzales, G. F., Villaorduña, L., Gasco, M., Rubio, J. y Gonzales, C. (2014). Maca (*Lepidium meyenii* Walp), una revisión sobre sus propiedades biológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(1), 100-110. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2014.311.15>
- Gonzales, G. F. y Guerra-García, R. (2011). Investigación de excelencia en altura: a cincuenta años de la fundación del Instituto de Investigaciones de la altura de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28(4), 689-990. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2011.284.438>
- Gonzales, G. F. y Paz-Aparicio, V. M. (2024). Impacto de la nueva definición de anemia por parte de la Organización Mundial de la Salud: el rol en investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. *Acta Herediana*, 67(1), 73-80. <https://doi.org/10.20453/ah.v67i1.5388>
- Gonzales, G. F. y Villena, J. E. (2015). Eduardo Pretell y la lucha contra la deficiencia de yodo en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(3), 610-611. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2015.323.1704>
- Hansen, A. B., Amin, S. B., Hofstätter, F., Mugele, H., Simpson, L. L., Gasho, C., Dawkins, T. G., Tymko, M. M., Ainslie, P. N., Villafuerte, F. C., Hearon, C. M., Lawley, J. S. y Moralez, G. (2022). Global Reach 2018: sympathetic neural and hemodynamic responses to submaximal exercise in Andeans with and without chronic mountain sickness. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*, 322(5), H844-H856. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00555.2021>
- León-Velarde, F. y Richalet, J. P. (2007). Carlos Monge Cassinelli: a portrait. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 618, 291-292. https://doi.org/10.1007/978-0-387-75434-5_23
- León-Velarde, F., Maggiorini, M., Reeves, J. T., Aldashev, A., Asmus, I., Bernardi, L., Ge, R. L., Hackett, P., Kobayashi, T., Moore, L. G., Penaloza, D., Richalet, J. P., Roach, R., Wu, T., Vargas, E., Zubieta-Castillo, G. y Zubieta-Calleja, G. (2005). Consensus statement on chronic and subacute high altitude diseases. *High Altitude Medicine and Biology*, 6(2), 147-157. <https://doi.org/10.1089/ham.2005.6.147>
- Monge, M. C. (1925). Sobre un caso de enfermedad de Váquez. *Boletín de la Academia de Medicina*.
- Tavara, L. (2020). Dr. Roger Guerra-García Cueva y los estudios de población y desarrollo. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 66(4). <http://51.222.106.123/index.php/RPGO/article/view/2288>
- Villafuerte, F. C. (1985). New genetic and physiological factors for excessive erythrocytosis and Chronic Mountain Sickness. *Journal of Applied Physiology*, 119(12), 1481-1486. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00271.2015>
- Villafuerte, F. C., Simonson, T. S., Bermudez, D. y León-Velarde, F. (2022). High-altitude erythrocytosis: Mechanisms of adaptive and maladaptive responses. *Physiology*, 37(4), 174-223. <https://doi.org/10.1152/physiol.00029.2021>
- Yucra, S., Tapia, V., Steenland, K., Naeher, L. P. y Gonzales, G. F. (2011). Association between biofuel exposure and adverse

birth outcomes at high altitudes in Peru: a matched case-control study. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 17(4), 307-313. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1179/107735211799041869>

Yucra, S., Tapia, V., Steenland, K., Naeher, L. P. y Gonzales, G. F. (2014). Maternal exposure to biomass smoke and carbon monoxide in relation to adverse pregnancy outcome in two high altitude cities of Peru. *Environmental Research*, 130, 29-33. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.01.008>