

# Modelo innovador de tele-ecografía para zonas rurales en el Perú

## Innovative tele-ultrasound model for rural areas in Peru

Leonardo Rojas-Mezarina<sup>1,2,a</sup>, Fiorella Inga-Berrospi<sup>3,a</sup>, Leslie Trujillo<sup>4,b</sup>, Benjamín Castañeda Aphan<sup>5,b</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Salud del Perú.

<sup>3</sup> Universidad Continental

<sup>4</sup> Medical Innovation and Technology, MI&T.

<sup>5</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú.

<sup>a</sup> Médico-Cirujano, <sup>b</sup> Gestor Empresarial, <sup>c</sup> Ingeniero Biomédico

An Fac med. 2018;79(1):71-74 / <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v79i1.14596>

### Correspondencia:

Leonardo Rojas-Mezarina

[leonardo.rojas@unmsm.edu.pe](mailto:leonardo.rojas@unmsm.edu.pe)

Dirección: Av. Arequipa 3765, Dpto. 602,

San Isidro. Lima, Perú.

Teléfono: 51-997242891

Recibido: 26 febrero 2018

Aceptado: 31 marzo 2018

**Conflictos de interés:** MI&T es una empresa peruana que ha desarrollado y comercializa la solución de tele-ecografía asincrónica descrito en el artículo.

**Fuentes de financiamiento:**

Autofinanciado.

**Contribución de los autores:** LRM, FIB, LT, BCA participaron en la redacción del manuscrito y aprobaron la versión final para la publicación

**Citar como:** Rojas-Mezarina L, Inga-Berrospi F, Trujillo L, Castañeda Aphan B. Modelo innovador de tele-ecografía para zonas rurales en el Perú. An Fac med. 2018;79(1):71-74  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v79i1.14596>

### Resumen

Uno de los principales retos de nuestro sistema sanitario es satisfacer las necesidades actuales y futuras del sector garantizando el acceso equitativo y de calidad a los servicios de salud, por lo que frente a esta necesidad surge el uso de las capacidades que brindan las tecnologías. Por ello, en este artículo se describe un modelo innovador de tele-ecografía (tele-ultrasonografía) implementado en diversas zonas rurales del Perú el cual consiste en un nuevo método de adquisición de imágenes a través de protocolos volumétricos asociados al correcto entrenamiento del operador, el uso de equipos de fácil manejo, así como la nube que permite el diagnóstico en cualquier parte del mundo. Asimismo, se presentan los resultados de las intervenciones realizadas con este nuevo modelo en diferentes regiones con medio rural del país destacando sus ventajas y limitaciones.

Este tipo de experiencia sirve como ejemplo de la utilidad de la tecnología la cual puede ser replicada en otros aspectos del sector salud; por lo que resulta necesario seguir generando evidencia científica que sirva como sustento para la implementación de nuevas políticas públicas orientadas a la promoción y fomento de este tipo de innovaciones.

**Palabras clave:** Ultrasonografía; Innovación; Medio Rural; Tecnología; Perú (fuente: DeCS BIREME).

### Abstract

One of the main challenges of our health system is to meet the current and future needs of the sector by guaranteeing equitable access and quality to health services, so that in response to this need, the use of the capabilities provided by technologies arises. Therefore, this article describes an innovative model of tele-ultrasound implemented in various rural areas of Peru which consists of a new method of acquisition of images through volumetric protocols associated with correct operator training, the utilization of user-friendly equipment, as well as the cloud that allows diagnosis anywhere in the world. Likewise, the results of the interventions carried out with this new model are presented in different regions with rural areas of the country highlighting its advantages and limitations.

This type of experience serves as an example of the usefulness of technology which can be replicated in other aspects of the health sector. Therefore, it is necessary to continue generating scientific evidence that provides the basis for the implementation of new public policies aimed at the promotion of this type of innovation.

**Keywords:** Ultrasound; Innovation; Rural Areas; Technology; Peru (source: MeSH NLM).

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la telemedicina definida como el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) para la prestación de servicios de atención médica donde la distancia es un factor crítico <sup>(1)</sup>, representa una herramienta de gran relevancia para países en vías de desarrollo donde se evidencia la escasez e inadecuada distribución de médicos especialistas en zonas rurales y la deficiente infraestructura médica; brindando así una solución eficaz a los pacientes, garantizando el acceso equitativo y de calidad a los servicios de salud <sup>(2-5)</sup>.

Existen diversos estudios a nivel mundial que resaltan el impacto de proyectos innovadores <sup>(6,8,10,11)</sup> en telemedicina sobre todo en áreas rurales <sup>(6-11)</sup>. Casos como los presentados en Tailandia para el diagnóstico de neumonía utilizando cámaras digitales de menor costo comparadas a los digitalizadores de películas <sup>(12)</sup>, o el reportado en Israel con el uso de la teleradiología para la evaluación y referencia de pacientes con trauma craneal hacia un centro neuroquirúrgico especializado <sup>(13)</sup>, evidencian el rol fundamental de la telemedicina en estas zonas. América Latina no ha sido la excepción ya que experiencias como la reportada en una zona oeste de Nicaragua con el uso de tele-ecografías <sup>(14)</sup> o las descritas en nuestro país donde, en los últimos 15 años se han realizado proyectos de telemedicina para la atención de enfermedades crónicas e infecciosas así como para la salud materno infantil, en los cuales el 18% de ellos se han encargado de la función del diagnóstico a través de imágenes <sup>(15)</sup>.

## ECOGRAFÍA: UTILIDAD Y BENEFICIOS

En las últimas décadas el uso del ultrasonido en países en vías de desarrollo ha crecido exponencialmente, siendo de gran utilidad debido a la gama de aplicaciones que ofrece, así como a su progresiva reducción en tamaño y costo <sup>(16, 17,18)</sup>. Su aplicación como apoyo al diagnóstico en centros rurales de atención de salud, mejora la precisión diagnóstica y la calidad de atención de los pacientes <sup>(19)</sup>.

El éxito de este procedimiento es operador - equipo dependiente, siendo una de las principales barreras para su uso en países de bajos recursos: la poca capacitación de la requerida para cumplir con los estándares mínimos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) <sup>(20)</sup>, la falta de entrenamiento y el mantenimiento a los equipos <sup>(21)</sup>.

En cuanto a su utilidad, el mayor número de reportes describen el uso de la ecografía obstétrica especialmente en zonas urbanas destacando los beneficios de recibir paquetes integrales de atención prenatal que incluyen controles ecográficos, identificando las complicaciones del embarazo y reduciendo la mortalidad materno-neonatal <sup>(22-25)</sup>. Seguido del uso de la ecocardiografía para detectar anomalías cardíacas como parte de la atención primaria realizada por médicos de familia <sup>(26)</sup>.

## TELE-ECOGRAFÍA: PANORAMA ACTUAL

A nivel mundial, experiencias en países como Suiza y Francia en el uso de la tele-ecografía han descrito la utilización de brazos robóticos para la adquisición de imágenes ecográficas que luego fueron remitidas a un centro de salud especializado para su interpretación <sup>(27,28)</sup> hallándose una reducción en el tiempo de espera del paciente para una atención especializada y reduciendo la necesidad de desplazarse hacia el centro especializado.

En zonas rurales de países como República del Congo, Ruanda y África subsahariana <sup>(22,29)</sup>, las experiencias en tele-ecografía incluyeron la capacitación del personal de salud como operadores para realizar las adquisiciones de imágenes, demostrando que, con recursos y personal entrenado, era posible aprovechar la infraestructura e implementar la ecografía en la atención prenatal en diferentes sitios lejanos, incluidas las zonas rurales.

Conociendo que en nuestro país existe un notable déficit de médicos especialistas <sup>(30)</sup>, sobre todo de médicos radiólogos principalmente en zonas rurales y lejanas debido a que el 51% se concentran

en Lima, la tele-ecografía representa una posibilidad de solucionar parte importante de este problema. En ese sentido desde el Ministerio de salud y como parte de los avances en telemedicina, se han iniciado proyectos relacionados al uso de la tele-ecografía en el ámbito regional para el monitoreo de la salud materna <sup>(15)</sup>.

Si bien la tele-ecografía surge como respuesta al problema de déficit de médicos radiólogos en las zonas rurales, su implementación requiere la capacitación de operarios, una estrecha coordinación con médicos y autoridades y son dependientes del internet y su velocidad para la transmisión de datos. En nuestro país, el acceso a internet es muy bajo ya que solo el 50,1% de la población mayor a 6 años accede a internet, lo cual es especialmente más grave en las áreas rurales donde se encuentran solo el 1,2% de las conexiones a internet fijo <sup>(31)</sup>. Considerando que, además, existen más de 6000 conexiones a internet con una velocidad nominal de 512kbps (garantizada solo al 10%) <sup>(32)</sup>, los modelos de tele-ecografía vigentes en el mercado no son escalables y no pueden implementarse en gran parte del país.

## UN MODELO INNOVADOR DE TELE-ECOGRAFÍAS PARA ZONAS RURALES

El proyecto “Tele-ecografía para zonas rurales” es un modelo innovador desarrollado gracias al trabajo colaborativo entre la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Medical Innovation and Technology S.A.C. (MI&T) y Medical Imaging Ministries of the Americas (MIMAS); con el objetivo de contribuir en el acceso al diagnóstico por imágenes de un especialista en las zonas con menos recursos <sup>(33)</sup>.

Este modelo de tele-ecografía toma como referencia la clara división entre la adquisición de imágenes y la lectura de otros exámenes por imágenes como rayos X, tomografía axial computarizada o resonancia magnética. Por ello, este tipo de ecografías tienen un proceso definido de adquisición de imágenes y otro de lectura y diagnóstico único en su tipo. De este modo, un operador capacitado en el

centro consultante envía las imágenes y datos del paciente al médico especialista del centro consultor para el diagnóstico a través de un proceso asíncrono; por lo que el centro consultor y consultante no requieren estar conectados en el momento en el que se generan las imágenes de ecografía.

Las tele-ecografías desarrolladas permiten que con un entrenamiento corto (entre 8 y 24 horas) en adquisición de imágenes volumétricas y uso de equipos, el personal de salud disponible pueda enviar imágenes con calidad diagnóstica a los especialistas (no diagnosticarlas). Cabe destacar, que esta metodología de adquisición de imágenes volumétrica ha sido desarrollada por los médicos especialistas que forman parte del proyecto e implementada en algunos países del África <sup>(34,35)</sup>. En nuestro país, se mejoró esta metodología junto con investigadores de la PUCP mediante experimentos realizados durante 2 años, creando equipamiento fácil de usar, y permitiendo el envío de imágenes con poco ancho de banda (100kbps).

### CARACTERÍSTICAS Y EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE TELE-ECOGRAFÍAS PARA ZONAS RURALES

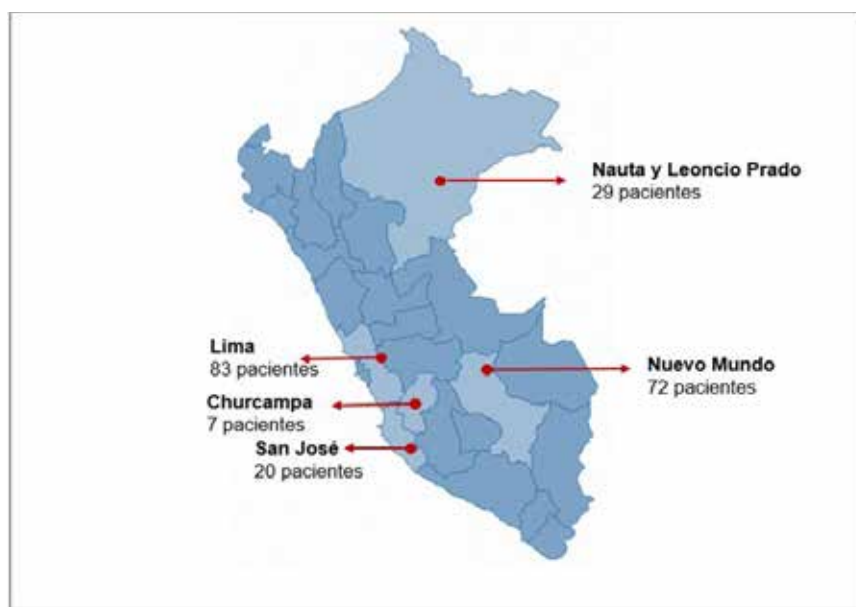
Este modelo de tele-ecografía está compuesto por (a) entrenamiento en metodología de adquisición de imágenes y (b) tecnologías para la adquisición de imágenes, envío y lectura de imágenes.

Las tecnologías requeridas para la tele-ecografía son un ecógrafo, un sistema de adquisición de imágenes y un sistema de diagnóstico. En el marco del proyecto se desarrolló un dispositivo denominado "Medical Box", el cual puede conectarse a cualquier tipo de ecógrafo comercial para darle la capacidad de telemedicina y guiar al operario en el proceso de adquisición de imágenes. De esta forma, incorporando este equipo, un ecógrafo manejado por un operador entrenado puede adquirir comprimir, encriptar y enviar imágenes a un sistema de diagnóstico. Las características de este modelo comparado con la ecografía tradicional y la tele-ecografía pueden verse en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Comparación de las características de una ecografía tradicional, la tele-ecografía y el modelo de tele-ecografía para zonas rurales

Características	Ecografía tradicional	Tele-ecografía	Modelo de tele-ecografía para zonas rurales
Requerimientos de internet (en el centro consultante)	Ninguno	Alto (512kbps)	Muy bajo (50kbps)
Requerimientos de personal (en el centro consultante)	Médico especializado	Médico general o profesional de la salud	Técnico de enfermería
Estandarización en la adquisición de imágenes	No aplica	No tiene, el operador sigue las instrucciones del médicos	Se ha estandarizado mediante protocolos de adquisición
Alcance del diagnóstico	Hasta tercer nivel	Primer nivel	Primer nivel
Seguridad de la información	No aplica	No tiene	Información encriptada

Fuente: Elaboración propia



**Figura 1.** Mapa de localización y resultados de las regiones donde se ha aplicado el modelo de tele-ecografías para zonas rurales

En la actualidad, este modelo de tele-ecografías para zonas rurales se ha venido implementando en regiones como: Loreto, Cusco, Huancavelica, Lima e Ica (Figura 1); beneficiado a más de 200 pacientes, realizándose tamizajes en ecografías obstétricas, de tiroides y abdomen.

Es importante mencionar que todas estas implementaciones han sido posibles por la colaboración entre la comunidad local y los socios externos que dinamizan este proceso así como al trabajo articulado entre el Ministerio de Salud,

las Direcciones Regionales de Salud, EsSalud, la Pontificia Universidad Católica del Perú, empresas privadas, organizaciones de la sociedad civil y la comunidad.

Actualmente, las principales líneas de trabajo dentro del proyecto son (i) la investigación de los alcances y límites del diagnóstico por medio de este método en comparación con el método convencional, (ii) la implementación permanente del modelo en dos establecimientos de salud priorizados y (iii) el financiamiento conjunto entre las Direcciones Regionales

les de Salud, empresas con actividades de responsabilidad social empresarial y organizaciones de la sociedad civil; todo ello con la finalidad de democratizar el acceso al diagnóstico por imágenes y escalar el modelo a nivel nacional.

## CONCLUSIONES

En conclusión, presentamos un modelo innovador de tele-ecografías para zonas rurales, que a través de la adquisición de imágenes volumétricas a cargo de operadores entrenados permite enviar imágenes de calidad a los especialistas para un correcto diagnóstico. Consideramos que este tipo de método innovador se puede replicar en otros aspectos del sector salud y servir como modelo del uso de las tecnologías en salud.

Finalmente, resulta necesario seguir desarrollando estudios y generar evidencia sobre los beneficios del uso de la tele-ecografía en zonas rurales, que sirva como sustento para la implementación de un programa a nivel nacional que beneficie a las personas con menor acceso a los servicios de salud en las zonas más alejadas del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- World Health Organization. Telemedicine: opportunities and developments in Member States: report on the second global survey on eHealth. Vol 2 [Internet]. Ginebra: WHO; 2010. Disponible en: [http://www.who.int/goe/publications/ehealth\\_series\\_vol2/en/](http://www.who.int/goe/publications/ehealth_series_vol2/en/)
- Alajmi D, Almansour S, Househ MS. Recommendations for implementing telemedicine in the developing world. *Stud Health Technol Inform.* 2013;190:118-20. DOI: 10.3233/978-1-61499-276-9-118
- Kruse CS, Bouffard S, Dougherty M, Parro JS. Telemedicine Use in Rural Native American Communities in the Era of the ACA: a Systematic Literature Review. *J Med Syst.* 2016;40(6):145. DOI: 10.1007/s10916-016-0503-8
- Curioso WH. La Telesalud y las nuevas fronteras de la informática biomédica en el Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2015;32(2):217-20.
- Martínez A, Villarroel V, Seoane J, del Pozo F. A study of a rural telemedicine system in the Amazon region of Peru. *J Telemed Telecare.* 2004;10(4):219-25. DOI: 10.1258/1357633041424412
- Njoroge M, Zurovac D, Ogara EAA, Chuma J, Kirigia D. Assessing the feasibility of eHealth and mHealth: a systematic review and analysis of initiatives implemented in Kenya. *BMC Research Notes.* 2017;10(1):90. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2416-0>
- Arabi M, Mamoun I, Masrani A, Alsaid M, Haroun N. Practice of teleradiology in crisis zones: the unique case of Syria. *Lancet Glob Health.* 2017;5(4):e399-400. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30083-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30083-9)
- Sabour S. Reliability of smartphone-based teleradiology for evaluating thoracolumbar spine fractures: statistical issue to avoid misinterpretation. *Spine J.* 2017;17(8):1200. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.04.017
- Reddy ER, Bartlett PJ, Harnett JD, McManamon PJ, Snelgrove C. Research Letter: Telemedicine and fetal ultrasonography in a remote Newfoundland community. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal.* 2000;162(2):206.
- Boniface, Keith S. et al. Tele-ultrasound and paramedics: real-time remote physician guidance of the Focused Assessment With Sonography for Trauma examination. *Am J Emerg Med.* 2011;29(5):477-481. DOI: 10.1016/j.ajem.2009.12.001
- Claudia Pagliari. Effectiveness of mHealth interventions for maternal, newborn and child health in low-and middle-income countries: Systematic review and meta-analysis. *J Glob Health.* 2016;6(1):010401. DOI: 10.7189/jogh.06.010401
- Javadi M, Subhannachart P, Levine S, Vijitsanguan C, Tungsagunwattana S, Dowell SF, et al. Diagnosing pneumonia in rural Thailand: Digital cameras versus film digitizers for chest radiograph teleradiology. *Int J Infect Dis.* 2006;10(2):129-35.
- Ashkenazi I, Haspel J, Alfici R, Kessel B, Khashan T, Oren M. Effect of teleradiology upon pattern of transfer of head injured patients from a rural general hospital to a neurosurgical referral centre. *Emerg Med J.* 2007;24(8):550-2.
- Kolbe N, Killu K, Coba V, Neri L, Garcia KM, McCulloch M, et al. Point of care ultrasound (POCUS) telemedicine project in rural Nicaragua and its impact on patient management. *J Ultrasound.* 2014;18(2):179-85.
- Gozzer Infante E. Una visión panorámica de las experiencias de Telesalud en Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2015;32(2):385-90.
- Sippel S, Muruganandan K, Levine A, Shah S. Review article: use of ultrasound in the developing world. *Int J Emerg Med.* 2011;7(4):72. DOI: 10.1186/1865-1380-4-72.
- Adler D, Mgalula K, Price D, Taylor O. Introduction of a portable ultrasound unit into the health services of the Lugufu refugee camp, Kigoma District, Tanzania. *Int J Emerg.* 2008; 1(4):261-266
- Dean AJ, Ku BS, Zeserson EM. The utility of handheld ultrasound in an austere medical setting in Guatemala after a natural disaster. *Am J Disaster Medicine.* 2007; 2(5):249-256
- Sachita Shah et al. Development of an ultrasound training curriculum in a limited resource international setting: successes and challenges of ultrasound training in rural Rwanda. *Int J Emerg Med.* 2008;1:193-196. DOI 10.1007/s12245-008-0053-z
- World Health Organization. Training in diagnostic ultrasound: essentials, principles and standards. World Health Organization technical report series, Geneva. Ginebra: WHO; 1998.
- Shah et al. Perceived barriers in the use of ultrasound in developing countries. *Critical Ultrasound Journal.* 2015; 7:11. DOI: 10.1186/s13089-015-0028-2
- Swanson D, Lokangaka A, Bauserman M, Swanson J, Nathan RO, Tshetu A, et al. Challenges of Implementing Antenatal Ultrasound Screening in a Rural Study Site: A Case Study From the Democratic Republic of the Congo. *Glob Health Sci Pract.* 2017;5(2):315-24. DOI: 10.9745/GHSP-D-16-00191
- Edvardsson K, Ntaganira J, Åhman A, Sengoma JPS, Small R, Mogren I. Physicians' experiences and views on the role of obstetric ultrasound in rural and urban Rwanda: a qualitative study. *Trop Med Int Health TM IH.* 2016;21(7):895-906. DOI: 10.1111/tmi.12718
- McClure EM, Nathan RO, Saleem S, Esamai F, Garces A, Chomba E, et al. First look: a cluster-randomized trial of ultrasound to improve pregnancy outcomes in low income country settings. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2014;14:73. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2393-14-73>
- McClure E, Goldenberg R, Swanson D, Saleem S, Esamai F, Garces A, et al. Routine antenatal ultrasound in low/middle income countries: a cluster randomized trial. *Am J Obstet Gynecol.* 2017;216(1):S3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.11.004>
- Evangelista A, Galuppo V, Méndez J, Evangelista L, Arpal L, Rubio C, et al. Hand-held cardiac ultrasound screening performed by family doctors with remote expert support interpretation. *Heart.* 2016;102(5):376-82
- Georgescu M, Saccomandi A, Baudron B, Arbellet PL. Remote Sonography in Routine Clinical Practice Between Two Isolated Medical Centers and the University Hospital Using a Robotic Arm: A 1-Year Study. *Telemed J E-Health Off J Am Telemed Assoc.* 2016;22(4):276-81.
- Boman K, Olofsson M, Berggren P, Sengupta PP, Narula J. Robot-assisted remote echocardiographic examination and teleconsultation: a randomized comparison of time to diagnosis with standard of care referral approach. Vol. 7. United States; 2014.
- Shah S, Noble VE, Umulisa I, Dushimiyimana JMV, Bukhman G, Mukherjee J, et al. Development of an ultrasound training curriculum in a limited resource international setting: successes and challenges of ultrasound training in rural Rwanda. *Int J Emerg Med.* 2008;1(3):193-6.
- Necesidad de Médicos Especialistas en Establecimientos de Salud del Sector Salud. Dirección General de Gestión del Desarrollo de Recursos Humanos. MINSA Perú; 2010.
- Informe Técnico: Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. INEI; 2017.
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones. 2017.
- Ferrer J, Chaumont T, Trujillo L et al. New tele-diagnostic model using volume sweep imaging for rural areas. 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 2017. pp. 2622-2625. DOI: 10.1109/EMBC.2017.8037395
- Destigter KK et al. Low-cost teleradiology for rural ultrasound. En Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 290-295.
- Ross AB et al. A low-cost ultrasound program leads to increased antenatal clinic visits and attended deliveries at a health care clinic in rural Uganda. *PLoS one.* 2013;8(10): e78450. DOI: 10.1371/journal.pone.0078450