

# apuntes

## de ciencia & sociedad

Volumen 3 Número 2

Julio - Diciembre 2013



### AMBIENTAL

La problemática de los incendios forestales y bases para su teledetección en el Perú

**Pág. 140**

### INVESTIGACIÓN

Apuntes sobre encuestas electorales

**Pág. 173**

### EDUCACIÓN

Balance de la acreditación universitaria en el Perú

**Pág. 180**

### EDUCACIÓN

Análisis de las megatendencias de educación superior

**Pág. 185**

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Fernando Barrios Ipenza**  
Presidente del Directorio

**José Barrios Ipenza**  
Vicepresidente del Directorio

**Esaú Caro Meza**  
Rector

**Teresa Godoy Castilla**  
Gerente General

**Wilfredo Bulege Gutiérrez**  
Director de Investigación

**Armando Prieto Hormaza**  
Secretario General

**William Rodríguez Giráldez**  
Decano de la Facultad de Ciencias de la Empresa

**Ricardo Salcedo Zárate**  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**Rigoberto Zúñiga Mera**  
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

Apuntes de Ciencia & Sociedad (Apunt. cienc. soc.) es una publicación multidisciplinaria de la Dirección de Investigación de la Universidad Continental, tiene el objetivo de difundir resultados de trabajos de investigación de diversas áreas del conocimiento, contribuyendo en el desarrollo de la ciencia y tecnología de nuestro país.

Está dirigido a profesionales, investigadores, estudiantes de pregrado y posgrado universitario y a quienes toman decisiones en todo tipo de organizaciones sociales del contexto nacional e internacional. La periodicidad es semestral.

Los artículos que recibe la revista son evaluados por expertos nacionales como extranjeros, su opinión favorable respecto a la calidad y validez de sus resultados aprueban su publicación.

Apuntes de Ciencia & Sociedad se encuentra registrada en el directorio de Latindex.

La revista no se hace responsable de las opiniones de los autores.

# apuntes

## de ciencia & sociedad

Vol. 3 Nº 2, Julio - Diciembre 2013

**Editor jefe:**

Wilfredo Bulege Gutiérrez

**Comité Editorial:**

Víctor Campos Urbano - Universidad Jaime Bausate y Meza, Perú

Hugo Miguel Miguel - Universidad Nacional del Centro del Perú

Lourdes Artica Cosme - Universidad Daniel Alcides Carrión, Perú

Ricardo Yuli Posadas - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Virginia Navarro Salvador - Universidad Continental, Perú

**Asistente de edición:**

Jackelin Santos Paucar

**Traducción:**

Milagros Infante Montero

**Diseño y diagramación:**

Freddy Melgar Mayta

**Distribución:**

Gisella Álvarez Carbajal

**Publicación electrónica:**

Aldo Miguel Orellana

**Fotografía de portada:**

Omar Sapaico Vargas; Plaza Constitución, Huancayo, Perú

Disponible a texto completo en: <http://www.revista-apuntes.pe>

ISSN versión impresa: 2225-5141

ISSN versión electrónica: 2225-515X

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú Nº 2008-00185

Razón social: Universidad Continental SAC

Dirección: Av. San Carlos Nº 1980, Huancayo, Perú

Teléfono, fax: (51 64) 481430, (51 64) 221929

Correo electrónico: [revista-apuntes@continental.edu.pe](mailto:revista-apuntes@continental.edu.pe)

Impreso en: Corporación D'Acuarela E.I.R.L.

Dirección: Pje. Elena Tovar Nº 105, Huancayo, Perú

Tiraje: 500 ejemplares

Distribución gratuita y por canje

# CONTENIDO / CONTENT

## 98 Editorial / Editorial

- 
- 100** **Análisis de la diversidad genética de 21 aislamientos del hongo *Moniliophthora roreri* basado en marcadores RAPD / Genetic diversity analysis of 21 isolates of *Moniliophthora roreri* based on RAPD markers**  
Boris A. Gutarra C, María J. Silva, Kadir J. Márquez, Betsabé León  
*Artículo de investigación / Research paper*
- 
- 111** **Sensibilidad hepática a la insulina en residentes en zonas de altura y a nivel del mar utilizando el método CLAMPEH / Hepatic sensitivity to the insulin in residents from high-altitude and sea level areas using the CLAMPEH method**  
Luis A. Aguilar Mendoza, Luis M. Baquerizo Sedano, Marilia L. Baquerizo Sedano  
*Artículo de investigación / Research paper*
- 
- 117** **Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo / Social and environmental impacts by making bricks in Huancayo**  
Marisol Condori Apaza  
*Artículo de investigación / Research paper*
- 
- 124** **Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú / Benthic macroinvertebrates as water quality indicators in the San Alberto micro basin, Oxapampa, Perú**  
Stefany Salcedo Gustavson, Lourdes Artica Cosme, Florencia Andrea Trama  
*Artículo de investigación / Research paper*
- 
- 140** **La problemática de los incendios forestales y bases para su teledetección en el Perú / The problematical of forest fires and the basis for its teledetection in Perú**  
Pamela L. Sabuco Cárdenas  
*Artículo de revisión / Review article*
- 
- 150** **Modelado de la logística de distribución tendiente a la mitigación del "efecto látigo", caso sector bebidas en Perú y Colombia / Distribution logistics modeling aimed at the "bullwhip effect" mitigation, beverage industry case in Peru and Colombia**  
Felipe N. Gutarra Meza, Diego J. Gómez Montoya  
*Artículo de investigación / Research paper*

- 159** **Marketing social corporativo en el sector hostelero: una revisión sistemática / Corporate social marketing in the hostelry industry: a systematic review**  
Gerard Costa Guix, Mar Vila Fernández Santacruz, Susana Valdés  
*Artículo de investigación / Research paper*
- 
- 165** **Interés vocacional-profesional y rendimiento académico en los estudiantes de la Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012 / Professional vocational interest and academic performance in the students from the Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012**  
Isidro Félix Rodríguez  
*Artículo de investigación / Research paper*
- 
- 173** **Apuntes sobre encuestas electorales / Notes about election polls**  
Luis Benavente Gianella  
*Artículo de divulgación / Popularization article*
- 
- 180** **Balance de la acreditación universitaria en el Perú / University accreditation's balance in Perú**  
Iván Rodríguez Chávez  
*Artículo de Opinión / Opinion article*
- 
- 185** **Análisis de las megatendencias de educación superior / Analysis of higher education's megatrends**  
Fernando Barrios Ipenza  
*Artículo de revisión / Review article*
- 
- 197** **Instrucciones para los autores / Guidelines for authors**
-

# EDITORIAL

## Emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático

Nuestro clima está sufriendo graves alteraciones desde hace varias décadas, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) sostiene que el calentamiento global que venimos experimentando es inequívoco y que en su mayor parte se debe “muy probablemente” al incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por actividades humanas.

Las emisiones totales de GEI antropogénicas han seguido aumentando durante 1970 hasta el 2010, con mayores incrementos absolutos de décadas hacia el final de este período. A pesar de un número cada vez mayor de las políticas de mitigación del cambio climático, las emisiones anuales de GEI crecieron en promedio 0,4 giga tonelada de dióxido de carbono equivalente (GtCO<sub>2</sub>eq) (1,3%) por año desde 1970 hasta 2000, y en 1,0 GtCO<sub>2</sub>eq (2,2%) por año desde el 2000 hasta el 2010 (1).

Las emisiones totales de GEI antropogénicos en el 2000 llegaron de 40 GtCO<sub>2</sub>eq/año y el 2010 llegó a 49 GtCO<sub>2</sub>eq/año siendo los valores más altos en la historia humana; en este mismo periodo los GEI antropogénicos han aumentado en 10 GtCO<sub>2</sub>eq, generado directamente por los sectores de energía (47%), la industria (30%), el transporte (11%) y las construcciones (3%) (1). Algunas excepciones de las grandes emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por uso de la energía son por procesos químicos (producción de cemento o cal, metalurgia, etc.) (2).

Alrededor de la mitad de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> acumuladas entre 1750 y 2010 se han producido en los últimos 40 años; asimismo estas emisiones proceden de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales que contribuyeron con aproximadamente el 78% del aumento total de las emisiones de GEI entre

1970 y 2010, un porcentaje de contribución similar para el período 2000 al 2010 (1); también el aumento de la concentración mundial de CO<sub>2</sub> -en una parte apreciable pero menores causado por los cambios de uso de la tierra y por la agricultura. El aumento de metano ha sido menos rápido desde comienzos de los años 90, en concordancia con las emisiones totales (como suma de fuentes antropogénicas y naturales), que han sido casi constantes durante ese período (3).

Tres factores influyen en la temperatura promedio de la superficie de la Tierra:

El primero es determinado por el desarrollo de nuestra estrella, el Sol, el cual era 30% menos cálido a principios de nuestro sistema planetario. Sin embargo, hoy el calentamiento supera la media global y continuará calentándose pero a escala de miles de millones de años, lo cual hace de ese factor una constante para el *Homo Sapiens*.

El segundo es determinado por los ciclos de Milankovitch el más relevante de los cuales tienen que ver con que tan excéntrica es la elíptica que traza la Tierra en su orbita alrededor del sol que varía en ciclos de 100 000 y 400 000 años, haciéndose mas o menos alargada, modificando las distancias máximas al sol, con lo que las estaciones se hacen mas extremas. También este factor termina siendo una constante para el *Homo Sapiens* (2, 4).

El tercer factor son las concentraciones de CO<sub>2</sub> y otros GEI, que pueden variar por factores geológicos, como el vulcanismo, en el curso de miles de años. Ahora el hombre las ha hecho variar a la alza, en el lapso de solo doscientos años. Un gran forzamiento antropogénico para el ciclo biogeoquímico del carbono con el consiguiente incremento de las concentraciones y de la temperatura superficial promedio (2).

Con base en los conocimientos científicos actuales, el previsible incremento de las concentraciones de GEI en el curso del siglo anuncia con bastante certeza que, si bien la temperatura superficial promedio global es de 14,5 °C (tal y como se ha mantenido en los últimos 12 mil años, durante el Holoceno), para el 2100 andaríamos entre 18,5 y 19°C, lo cual sería una verdadera catástrofe por los impactos adversos en la disponibilidad de recursos naturales para la economía humana. Agua, aire, tierra y alimentos serán insuficientes para una población que habría rebasado los 10 mil millones de habitantes (2).

En el mundo, el crecimiento económico y de población siguen siendo los impulsores más importantes del aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles (1) y este incremento constituye una de las causas del cambio climático global. La contribución del crecimiento de la población entre los años 2000 y 2010 se mantuvo más o menos idéntica a las tres décadas anteriores, mientras que la contribución del crecimiento económico ha aumentado considerablemente (1).

El cambio climático es uno de los mayores problemas de nuestro tiempo y existe una profunda alarma porque las emisiones de GEI siguen aumentando en todo el mundo.

Preocupa profundamente que todos los países, en particular los países en desarrollo, sean vulnerables a los efectos adversos del cambio climático y ya estén experimentando mayores efectos, entre ellos sequías persistentes y fenómenos meteorológicos extremos, aumento del nivel del mar, erosión costera y acidificación de los océanos, que amenazan todavía más la seguridad alimentaria y las medidas para erradicar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible. Así pues, se pone de manifiesto que la adaptación al cambio climático representa una prioridad mundial inmediata y urgente.

No obstante la naturaleza mundial del cambio climático requiere la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en

una respuesta internacional efectiva y apropiada, con miras a acelerar la reducción de las emisiones mundiales de GEI (5).

Es importante recordar que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático dispone que las partes deben proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades, principios y responsabilidades que los países miembros ya tienen como obligación en sus propias legislaciones.

## Referencias bibliográficas:

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Working Group III contribution to the IPCC 5th Assessment Report "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change". Cambridge: Cambridge University Press; 2013. <http://mitigation2014.org/report/final-draft>
2. González DG. Energía y cambio climático. Revista Derecho Ambiental y Ecología. 2013; 10(55): 61-63.
3. IPCC. Cambio climático 2007, informe de síntesis. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático; 2007.
4. National Oceanic and Atmospheric Administration. Astronomical Theory of Climate Change. Carolina del Norte: NOAA; 2013. <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/milankovitch.html>
5. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible "El futuro que queremos". Res 66/288 de 11 de setiembre de 2012. Resolución aprobada por la Asamblea General, (30 de enero de 2013).

Wilfredo Bulege  
Editor jefe

# Análisis de la diversidad genética de 21 aislamientos del hongo *Moniliophthora roreri* basado en marcadores RAPD

## Genetic diversity analysis of 21 *Moniliophthora roreri* fungus' isolations based on RAPD markers

Boris A. Gutarra C.<sup>1</sup>, María J. Silva<sup>2</sup>, Kadir J. Márquez<sup>3</sup>, Betsabé León<sup>4</sup>  
Instituto de Cultivos Tropicales, San Martín - Perú

### RESUMEN

**Objetivos:** Estudiar la diversidad genética de 21 aislamientos del hongo que afecta al cultivo del cacao, *Moniliophthora roreri*, en tres zonas cacaoteras del Perú (Tocache, Mariscal Cáceres y Leoncio Prado). **Métodos:** Se utilizó 14 iniciadores RAPD (random amplified polymorphic DNA) polimórficos y una pareja de oligonucleótidos, los que fueron empleados bajo condiciones de amplificación estandarizadas. Con los datos obtenidos se construyó un dendograma utilizando el coeficiente de Jaccard y el algoritmo UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Average). La estructura genética fue estimada en función del análisis molecular de variancia (AMOVA) y la diversidad mediante los índices de Shannon y Nei. **Resultados:** Fueron conseguidas 59 bandas RAPD con un 73% de polimorfismo. El dendograma obtenido a un índice de similitud de 0,70, claramente dividió los individuos en tres grupos. El análisis de la diversidad genética mostró altos valores en las zonas estudiadas de acuerdo con el índice de Shannon (0,3936) y de Nei (0,2622), con mayor riqueza en Leoncio Prado. Estas zonas presentan alta variabilidad, y según el AMOVA realizado: 88% entre accesiones por zona y solo 12% entre zonas. **Conclusiones:** Existe más de un grupo genético de *Moniliophthora roreri* en la Amazonía del Perú. Estos grupos, provenientes del Ecuador, pudieron haber ingresado por el intercambio de semillas y/o de forma natural por medio de los ríos en común y estarían originando nuevos grupos genéticos locales.



Boris Gutarra

boris.gutarra@gmail.com

**Palabras clave:** *Moniliophthora roreri*, cacao, moniliasis, marcadores moleculares.

1 Biólogo, M.Sc. en Biotecnología; responsable del laboratorio de Biología Molecular, Instituto de Cultivos Tropicales (San Martín, Perú).

2 Bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Particular Ricardo Palma.

3 Ingeniero agrónomo, M.Sc. en Fitopatología; responsable del laboratorio de Fitopatología, Instituto de Cultivos Tropicales (San Martín, Perú).

4 Ingeniero agrónomo; asistente de investigación del laboratorio de Fitopatología, Instituto de Cultivos Tropicales (San Martín, Perú).

## ABSTRACT

**Objectives:** To study the genetic diversity of 21 fungus' isolations that affect cocoa crops, *Moniliophthora roreri* in three cocoa areas (cacaoteras) from Peru (Tocache, Mariscal Cáceres and Leoncio Prado).

**Methods:** 14 polymorphic RAPD indicators (random amplified polymorphic DNA) and an oligonucleotides pair were used, which were employed under standardized amplification terms. With the obtained data a dendrogram was constructed using the Jaccard coefficient and the UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Average) algorithm. The genetic structure was estimated based on the variance molecular analysis (AMOVA) and the diversity based on the Shannon and Nei indices. **Results:** We collected 59 RAPD bands with 73% of polymorphism. The obtained dendrogram at a similarity index of 0,70, it clearly divided the individuals in three groups. The genetic diversity analysis showed high values in the three studied areas according to the Shannon index (0,3936) and Nei (0,2622), more richly in Leoncio Prado. The three areas have high variability within them, according to the performed AMOVA: 88% between accessions by area and only 12% between areas. **Conclusions:** The existence of more than one genetic group of *Moniliophthora roreri* in the Peru's Amazonia arises. These groups from Ecuador, may have entered by the exchange of seeds and/or in a natural way by rivers in common and they would be originating new local genetic groups.

**Keywords:** *Moniliophthora roreri*, Cacao, moniliasis, molecular markers.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio nace de la importancia de conocer cuál es la diversidad genética del fitopatógeno *Moniliophthora roreri* causante de la moniliasis, una de las enfermedades más destructivas del cacao, (*Theobroma*

cacao) (figura N° 1) (1). Como se sabe, este patógeno es endémico de la región amazónica y causa devastación al atacar los frutos del cacao. Algunos reportes científicos mencionan que ocasiona más del 30% de pérdidas en las cosechas, pero a veces la pérdida puede exceder el 90% bajo condiciones favorables de infestación (2). En el Perú más de 16 500 hectáreas aproximadamente (más del 50% del área cultivada) ya fueron devastadas por este (3). Desde 1992, se ha detectado la presencia de moniliasis en el Alto Huallaga, en las provincias de Leoncio Prado (Huánuco) y Mariscal Cáceres (San Martín), así como en la región del Huallaga Central, caso que ocurre en la provincia de Tocache (San Martín) (4). Desde entonces la enfermedad ha sido continuamente observada por agricultores e investigadores.

El hongo *Moniliophthora roreri* es un basidiomiceto de la familia *Marasmiaceae* (1) que originalmente fue clasificado como un ascomiceto anamórfico (2) por su aparente ausencia del estado meiótico y ausencia de estructura sexual. Sin embargo, el advenimiento de nuevas tecnologías de observación de la ultra estructura citológica permitió concluir que el hongo debería ser reasignado como perteneciente a la división Basidiomycota (5). Más tarde, se reportó que podría existir un mecanismo citológico que permite que el hongo tenga reproducción sexual (6).

Algunos autores han advertido que a nivel de Latinoamérica *Moniliophthora roreri* estaría en una fase invasiva y se estaría dispersando de forma clonal (7). Según Phillips, 2003 (8), en Latinoamérica se ha determinado cinco grupos de *Moniliophthora roreri*, dos de ellos tienen amplia distribución, el grupo Bolívar (diseminado en el norte de Santander en Colombia, el oriente de Venezuela y los márgenes de Ecuador y Perú) y el grupo Co-occidental (en el lado occidental de Colombia, el centro de Ecuador y Centroamérica), y los otros tres son endémicos, el grupo Gileri (al noroeste de Ecuador) y los grupos Co-este y Co-central (Colombia).

En el Perú, Hernández et al (9) reportó por primera vez la presencia de *Moniliophthora roreri* en el departamento de Amazonas, caso que fue considerado como el primer reporte válido de la presencia del hongo en el Perú (10). En los años subsiguientes el patógeno fue reportado en el Alto Huallaga en el departamento de San Martín (11), en 1995 en el valle de Apurímac y en 1996 en el valle del Ene (12). En 1999 se detecta su presencia en el departamento del Cusco, así como en Jaén, Chachapoyas, San Martín, Huánuco y Ayacucho, de acuerdo con la información del Ministerio de Agricultura de Perú, aportada por Phillips (8). Este mismo año, a la vez, se señala que cerca del 99% de las plantaciones de cacao en el Perú

diversidad genética de este en el Perú, que salvo el estudio de Phillips publicado en el 2003 (8) y el 2007 (2), no existen otros estudios sobre este aspecto plasmados con herramientas eficaces como los marcadores moleculares.

Esto no ha permitido tener certeza de cuántos grupos genéticos pudiesen existir y si es que el grupo denominado Bolívar es el único presente, hay que tener en cuenta que el estudio de Phillips et al 2003 (8) fue realizado con apenas cinco aislamientos de las localidades de Tingo María (Huánuco) y Tocache (San Martín), por lo que creemos que este es un aspecto no resuelto.



Figura N° 1: A) Árbol de cacao (*Theobroma cacao*) infectado con *M.roreri* B) Aspecto macroscópico de colonias de *M.roreri*. C) Morfología microscópica de *M.roreri*.

están infectadas por *Moniliophthora roreri* y no existen barreras geográficas para su dispersión al departamento de Madre de Dios y de ahí al Brasil (13).

A pesar del impacto de *Moniliophthora roreri* en el Perú, hay muy pocos estudios realizados para conocer diferentes aspectos de la biología de este patógeno, limitándose a aspectos morfo fisiológicos y de control, entre ellos los estudios con biocontroladores como trichoderma endófitos (14) o el control mediante el uso de extractos vegetales (15). Muy poco se sabe, por ejemplo, sobre la

Un aspecto interesante en este hongo es la aparente facilidad de su genoma para adquirir mutaciones de forma rápida y responder a la presión de selección natural, asimismo su probable capacidad de reproducción sexual ha producido un desplazamiento rápido de *Moniliophthora perniciososa*, otro hongo patógeno de importancia para el cacao y estrechamente relacionado con el *Moniliophthora roreri*. (7)

El estudio de la diversidad genética es muy importante, ya que afecta diferentes

aspectos de la biología del patógeno, incluyendo la relación patógeno–hospedero (2). La variación genética permite a los patógenos adaptarse rápidamente al aumento de la resistencia genética en los cultivos; de ahí que, este conocimiento sea crítico cuando se trata de desarrollar un programa de mejoramiento de cacao y búsqueda de clones resistentes.

Las provincias de Tocache, Mariscal Cáceres y Leoncio Prado contienen alta densidad de cultivos de cacao que muestran fuerte presencia de *Moniliophthora roreri* cuya diversidad genética ha sido muy poco estudiada. Por esta razón, el objetivo de la presente investigación es conocer la diversidad genética de este patógeno y determinar el número de grupos genéticos localizados en dichos lugares.

La metodología empleada tendrá como base los marcadores moleculares RAPD aplicados en 21 aislamientos colectados en estas provincias. La hipótesis es que existe alta diversidad genética y existirían más de un grupo genético de *Moniliophthora roreri* en las tres zonas de estudio. La investigación permitirá conocer la diversidad de este patógeno bajo condiciones nacionales y ayudará a trazar estrategias de control y selección de genotipos de cacao que muestren resistencia a grupos genéticos específicos de *Moniliophthora roreri*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló una investigación con alcance explicativo que tuvo el siguiente procedimiento:

### Obtención de muestras de ADN

Fueron colectadas muestras de frutos de cacao infectados con *Moniliophthora roreri* y se obtuvo el ADN de 21 aislamientos del referido hongo (tabla N° 1), 6 de la provincia de Tocache (San Martín), 5 de la provincia de Mariscal Cáceres (San Martín) y 10 de

la provincia de Leoncio Prado (Huánuco). Estas tres zonas con presencia de moniliasis (4). Para ello, se utilizó el ArchivePure DNA Cell/Tissue Kit de la compañía 5 PRIME, cuyo procedimiento aplicado fue en función de las instrucciones de los fabricantes.

### Iniciadores empleados

Primero se ensayaron 19 iniciadores decaméricos (Operon Technologies Inc.), de los cuales solo 14 fueron seleccionados de acuerdo con su capacidad de generar bandas polimórficas y nítidas que se podían discriminar (tabla N° 2). Adicionalmente, se consideraron dos oligos (oligo 8 y oligo 10) empleados como iniciadores RAPD (7) en un estudio de variabilidad genética de *Moniliophthora roreri*. Es importante mencionar que no se conoce la procedencia de la secuencia de estos oligos.

### Análisis RAPD

Se estandarizaron las condiciones térmicas de amplificación en el laboratorio eligiendo un programa RAPD para *Moniliophthora roreri* (7). Este consiste de un ciclo inicial de 95 °C x 5 minutos; luego 42 ciclos de 95 °C x 30 segundos, 36 °C x 1 minuto y 72 °C x 2 minutos; seguido de 1 ciclo de 72 °C x 5 minutos. En todos los casos la reacción de amplificación PCR consistió de: buffer de actividad PCR 1X, 2 mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM de cada dNTPs, 0,2 mM de iniciador, 1,0 U de Taq polimerasa y 20 ng de ADN en 15 µL de volumen final. Los productos de PCR fueron resueltos en geles de agarosa al 1,5 % y teñidos con bromuro de etidio al 1%. La visualización se realizó en un transiluminador y la captura de imágenes con una cámara digital para su posterior análisis.

### Análisis de datos

Para el análisis con marcadores RAPD, a los patrones de bandas obtenidos se le asignaron valores de 1 (presencia de banda) y 0 (ausencia de banda). En índice polimórfico (PIC), se empleó la fórmula  $PIC = 1 - p^2 - q^2$ , donde p es la frecuencia de banda y q la frecuencia de ausencia

Tabla N°1: Relación de aislamientos utilizados

Departamento	Provincia (zona)	Código	Departamento	Provincia (zona)	Código
San Martín	Tocache	Mr1	San Martín	Mariscal Cáceres	Mr11
San Martín	Tocache	Mr2	Huánuco	Leoncio Prado	Mr12
San Martín	Tocache	Mr3	Huánuco	Leoncio Prado	Mr13
San Martín	Tocache	Mr4	Huánuco	Leoncio Prado	Mr14
San Martín	Tocache	Mr5	Huánuco	Leoncio Prado	Mr15
San Martín	Tocache	Mr6	Huánuco	Leoncio Prado	Mr16
San Martín	Mariscal Cáceres	Mr7	Huánuco	Leoncio Prado	Mr17
San Martín	Mariscal Cáceres	Mr8	Huánuco	Leoncio Prado	Mr18
San Martín	Mariscal Cáceres	Mr9	Huánuco	Leoncio Prado	Mr19
San Martín	Mariscal Cáceres	Mr10	Huánuco	Leoncio Prado	Mr20
			Huánuco	Leoncio Prado	Mr21

\* En el estudio las provincias son consideradas zonas porque el término "provincia" hace referencia a una división política.

Tabla N° 2: Caracterización de los 14 iniciadores empleados en el análisis RAPD y el respectivo índice de marcador RAPD (IMR) alcanzado

Iniciador RAPD	BP/nTB	% Poliformismo	IMR
OLIGO8	1/4	25	0,17
OPA19	4/4	100	0,96
OPB5	3/4	75	0,51
OPC13	5/5	100	1,67
OLIGO10	2/4	50	0,73
OPA7	2/4	50	0,72
OPA17	4/5	80	1,5
OPB1	5/6	83,3	1,9
OPC1	4/5	80	1,13
OPA4	1/4	25	0,44
OPC2	2/3	66	1,00
OPE18	3/3	100	0,98
OPL5	4/4	100	1,21
OPE19	3/4	75	0,79
Promedio total	43/59	72,1	

BP/nTB: Número de bandas polimórficas entre el número total de bandas obtenidas por cada iniciador.  
IMR: Índice de marcador RAPD

de banda. Luego los valores PIC fueron usados para calcular el índice de marcador RAPD (IMR) (16). La distancia genética fue calculada con el coeficiente de Jaccard (17). Con las matrices generadas se realizó un análisis de agrupamiento mediante la técnica de ligamiento promedio UPGMA utilizando el programa NTSYS-pc programa versión 2.11. Con el fin de determinar la confiabilidad del dendrograma para representar la matriz de similitud original y poder visualizar las interrelaciones entre los aislamientos en tres dimensiones, se realizó un análisis de coordenadas principales

(PCoA)-3D empleando el programa FAMD (18). Ambos tipos de análisis se han utilizado para ordenar las unidades taxonómicas empleadas (OTUs) en diferentes trabajos de caracterización y diversidad molecular de diferentes especies (2,19).

También se realizó el análisis cofenético (Coph) para validar la confianza del análisis de agrupamiento empleando el módulo MXCOMP del programa NTSYS (20).

Para estimar la diversidad se calculó el índice de Shannon (I) y el índice de Nei (H) (21),

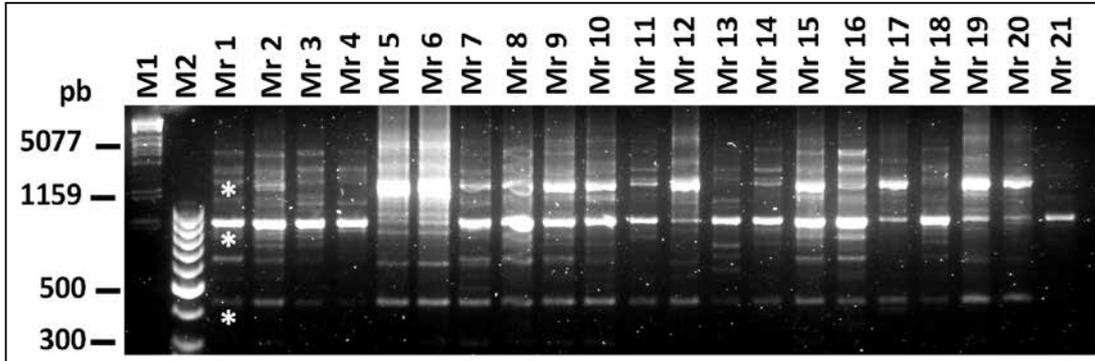


Figura Nº 2: Patrón de bandas RAPD con el iniciador OPC-13 en las muestras evaluadas. M1 representa el marcador  $\lambda$ /PstI y M2 es el marcador 50pb. Se puede distinguir el rango de tamaño para este iniciador (de 500 a 5077 pb aproximadamente) que muestran bandas claras y definidas. Los asteriscos muestran algunas bandas polimórficas.

el coeficiente de diferenciación genética ( $G_{st}$ ) y el flujo genético ( $N_m$ ) utilizando el programa Popgene versión 1,31 (22).

Con estos mismos datos, se estimó la estructura genética en función del análisis molecular de variancia (AMOVA) a través de la diferenciación genética entre las zonas estudiadas. Este análisis fue con el programa GenAlEx 6.0 (23).

## RESULTADOS

Los 14 iniciadores empleados generaron un total de 59 bandas claras y definidas con un promedio de 3,5 bandas por iniciador en un rango de 500 a 2000 pb, algunas de las cuales se aprecian en la figura Nº 2. De estas bandas, 43 (73%) fueron

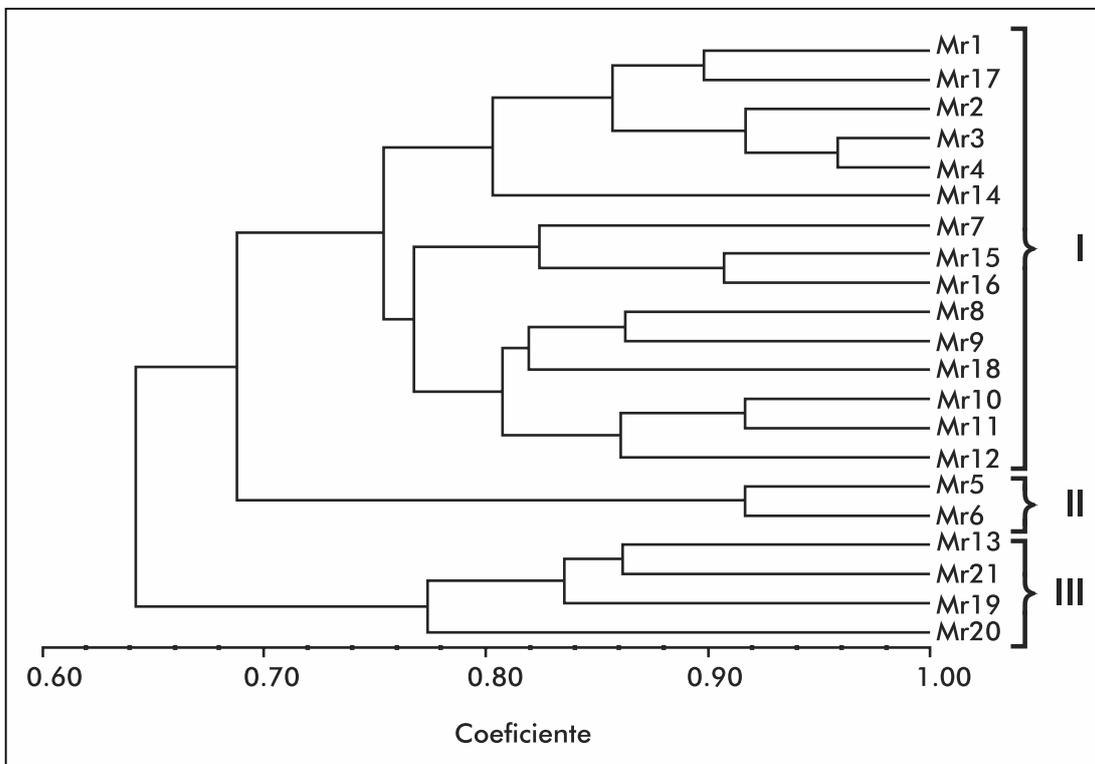


Figura Nº 3: Dendrograma mostrando el parentesco entre los 21 aislamientos del hongo *M. royeri* con marcadores RAPD. A un índice de similitud de 0,7 se puede observar 3 grupos genéticos, indicados en números romanos (I- III)

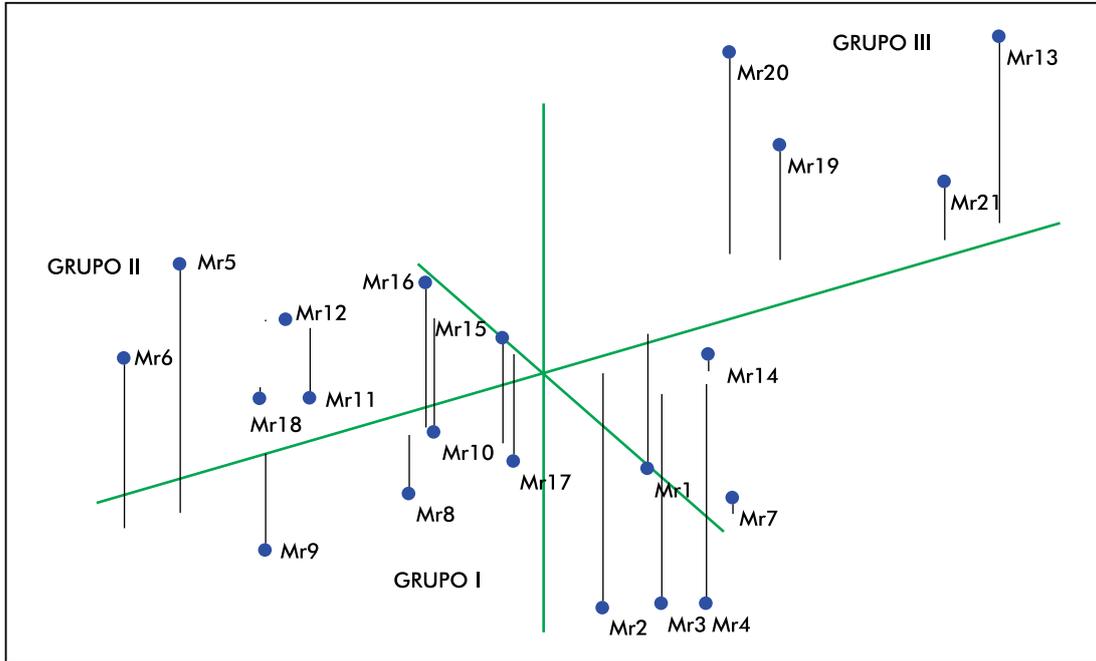


Figura N° 4: Análisis de componentes principales (PCoA)-3D con ordenadas en "Y" basados en marcadores RAPD. Se puede notar el agrupamiento para los tres grupos genéticos (I, II y III)

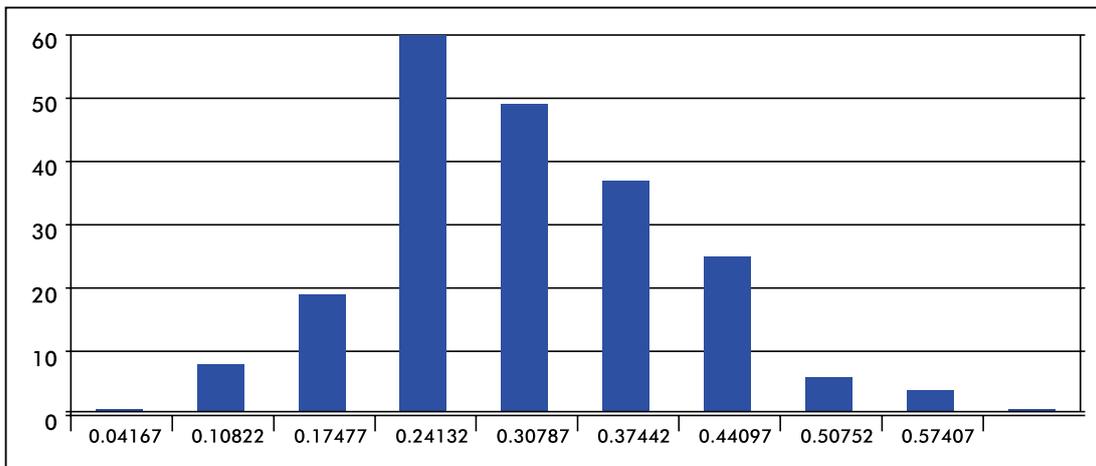


Figura N° 5: Distribución de las distancias genéticas en función de marcadores RAPD entre los 21 aislamientos de *Moniliophthora rozeri*. Se puede observar que la mayor distribución está entre 24,13% y 30,7%

polimórficos y 16 (27%) monomórficos. El índice de marcador RAPD (IMR) de cada uno de los marcadores empleados se puede observar en la tabla N° 2. En ella se indica que los iniciadores OPB1, OPC13 y OPA17 muestran los valores más altos (1,9, 1,67 y 1,5 respectivamente). Estos iniciadores pueden ser utilizados en futuros estudios de diversidad e identificación genotípica del hongo *Moniliophthora rozeri* debido a que en este tipo de estudios se privilegian los

marcadores que otorgan mayor IMR (17).

Con un coeficiente de 0,70 el dendograma obtenido (figura N° 3) presenta tres grandes grupos. El primer grupo compuesto por los aislamientos Mr1, Mr17, Mr2, Mr3, Mr4, Mr14, Mr7, Mr15, Mr16, Mr8, Mr9, Mr18, Mr10, Mr11, Mr12; el segundo, por Mr5 y Mr6; y el tercero, por Mr20, Mr13, Mr21 y Mr19. El análisis de coordenadas principales (PCoA)-3D confirma este agrupamiento

Tabla N° 3: Comparación de la variación genética.

Zonas	PLP%	Nei (h)	Shannon (I)	Gst	Nm
Tocache	45,76	0,1843	0,2695		
Mariscal Cáceres	37,29	0,1533	0,2218		
Leoncio Prado	57,63	0,2288	0,3352		
Entre poblaciones		0,2622	0,3963	0,2606	14,184

PLP: Porcentaje de loci polimórficos.

Tabla N° 4: Porcentaje de variancia de los componentes del AMOVA.

Fuente	df	Sumas de cuadrados	MS	Est.variancia	% de variancia
Entre zonas	2	24,710	12,35	0,861	12%
Accesiones/zonas	18	119,1	6,61	6,61	88%
Total	20	143,810		7,477	100%

MS: Media de la suma de cuadrados

df: Grados de libertad

(figura N° 4). En promedio, las distancias genéticas fueron bajas (27,4%) (figura N° 5), la mayor distancia (57,4%) ocurrió entre los aislamientos Mr13 y Mr6, y la menor (4,1%), entre Mr4 y Mr3. El análisis cofenético presentó un  $r = 0,84$  que nos indica que hay una buena correlación entre el dendograma y la matriz de distancias.

El análisis de diversidad para los índices de Shannon (I) y Nei (H), así como el porcentaje de loci polimórficos, mostraron altos valores en las tres zonas estudiadas, pero los aislamientos de Mariscal Cáceres fueron los que mostraron mayor riqueza de diversidad genética de acuerdo con el índice de Shannon (0,3) y el porcentaje de loci polimórficos (PLP) (60,78%) (tabla N° 3).

El análisis molecular de variancia (AMOVA) usando  $p=0,01$ , muestra que casi la totalidad de la variabilidad genética (88%) es intrazonal; es decir, entre las accesiones por zona y no hay considerable diferencia entre las zonas evaluadas (tabla N° 4). El coeficiente de diferenciación genética fue significativo ( $Gst > 0,25$ ) (24) presentando resultados similares al AMOVA ya que un  $Gst$  de 0,2606 indica que el 73,94% de la diversidad radica dentro de las zonas (tabla N° 3). El flujo genético (Nm) estimado obtenido fue de 1,4184 individuos por

generación indicando que no hay efecto importante de la deriva genética y existiría intercambio genético entre aislamientos de estas zonas

## DISCUSIÓN

En el estudio se determinó la presencia de más de un grupo en las tres regiones evaluadas, cuyos grupos además presentan una alta diversidad intrazonal como muestran los índices de diversidad y el AMOVA realizados. Estos datos, contradicen lo señalado por Phillips, 2003 (8), quien señala para el Perú la existencia de apenas un grupo genético al que denominan "Bolívar" y que provendría de la provincia de Napo, Ecuador. Según nuestros resultados, se plantea la hipótesis de que en el Perú existen más grupos que el denominado "Bolívar". Estos otros grupos pudieron haber ingresado al Perú por otros lugares, o sea a través de la provincia de San Ignacio, en el departamento de Cajamarca, promovido por el intercambio que se realizaba entre agricultores peruanos y ecuatorianos a inicios de los años 80 y también de forma natural por los ríos situados entre ambos países (25). De estos lugares, el hongo

*Moniliophthora roreri* se habría diseminado por otras regiones del Perú.

Sin embargo, no podemos descartar que durante el proceso de selección natural, nuevos ambientes proporcionan la presión necesaria para enriquecer a poblaciones introducidas con nuevas variantes originadas por transferencia horizontal, fenómeno que ya ha demostrado su ocurrencia en *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* para la adquisición de genes involucrados en la fitopatogenicidad que podría estar permitiendo una rápida evolución de este hongo como ocurre con otros fitopatógenos (26, 27). A consecuencia de estos hechos, en el Perú, el hongo *Moniliophthora roreri* habría superado ya la fase puramente invasiva, ubicando sitios de evolución y focos de dispersión de nuevas variantes del hongo al igual que sucede en los municipios de Apartado y Dabeiba en Colombia (7).

La estructura genética es afectada por diferentes factores como el modo de reproducción, flujo genético, formas de dispersión y la selección natural (28). En este estudio se ha mostrado que a pesar de existir distancias considerables entre los puntos de colecta de los aislamientos que varían de 134 a 176 km la diferenciación de 12% como indica el AMOVA realizado entre estas poblaciones no es muy considerable. Una explicación sería el constante intercambio de frutos de cacao que se realizan entre los agricultores que de forma involuntaria estarían dispersando esporas de *Moniliophthora roreri*. Un valor de  $G_{st}$  de 0,2606 confirma que hay diferenciación entre las poblaciones y a diferencia de lo obtenido por Grisales y Afanador (7) cuyos valores fueron menores (osciló entre 0,12 y 0,25) para aislamientos de *Moniliophthora roreri* de Antioquia en Colombia indicarían que en estas zonas de estudio estaría actuando una presión de selección considerable haciendo que estas poblaciones no sean muy homogéneas. Generalmente un  $N_m > 1$  es suficiente para superar los efectos de la deriva genética (29) evitándose así la pérdida de la diversidad de estas poblaciones y además un flujo

de 1,4184 aun sin ser muy considerable podría significar que no hay un aislamiento reproductivo entre los individuos y es posible la existencia de procesos de recombinación ya sea por mecanismos sexuales o transferencia horizontal entre algunos individuos de estas zonas.

Sobre la base de los resultados obtenidos, podemos concluir que en nuestro país se plantea la existencia de más de un grupo genético de *Moniliophthora roreri*, y que estos grupos, provenientes del Ecuador, posiblemente hayan ingresado por el intercambio de semillas entre agricultores de ambos países y/o de forma natural por medio de los ríos en común y podrían estar originado nuevos grupos genéticos al adaptarse a las nuevas condiciones medioambientales de la Amazonía peruana.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en colaboración con el departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Nuestro agradecimiento a Enrique Arévalo y Lucinda Vela por el apoyo en la búsqueda del financiamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aime MC & Phillips-Mora W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia*. 2005; 97(5):1012-22.
2. Phillips MW, Aime MC y Wilkinson MJ. Biodiversity and biography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. *Plant Pathology*. 2007; 56: 911-922.
3. Krauss U, Soberanis W. Rehabilitation of diseased cacao fields in Peru

- through shade regulation and timing of biocontrol measures. *Agroforestry Systems*. 2001; 53:179-184.
4. Programa de las Naciones Unidas para la Fiscalización Internacional de Drogas. Monilia del cacao. Detección, distribución y control en el Perú. Proyecto AD/PER/93/759-UNDCP-OSP; 1996. Boletín técnico.
  5. Evans HC, Stalpers JA, Samson RA, Benny GL. On the taxonomy of *Moniliophthora roreri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. *Canadian Journal of Botany*. 1978; 56 (20): 2528-2532.
  6. Evans HC, Holmes KA, Phillips W, Wilkinson MJ. What's in a name: *Crinipellis*, the final resting place for the frosty pod rot pathogen of cocoa? *Mycologist*. 2002; 16: 148–52.
  7. Grisales SP, Afanador LA. Análisis de variabilidad genética en *Moniliophthora roreri* con AP-PCR y RAPD en Antioquia, Colombia. *Rev. Colomb. Biotecnol*. 2007; 11(2): 15-32.
  8. Phillips MW. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao*) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al, as determined using molecular, phytopathological and morphophysiological evidence. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Agricultural Botany, School of Plant Sciences. The University of Reading, UK; 2003.
  9. Hernández TA, Aranzazu F, Arévalo E & Ríos R, 1990. La moniliasis del cacao en el Perú. *Agrotrópica*. 1990; 2: 56-58.
  10. Evans HC, Krauss U, Ríos-Rutz R, Zeceovich-Acosta T & Arevalo-Gardini E. Cocoa in Peru. *Cocoa Growers' Bulletin*. 1998; 51: 7-22
  11. Ríos R, Hernández TA & Sánchez D, 1993. La Moniliasis (*Moniliophthora roreri* [Cif. and Par.] Evans) del Cacao en Juanjui-Saposa. *Directivas de Erradicación. Tropicultura*. 1993; 5: 17-23.
  12. Arévalo GE & Ram A. La moniliasis del cacao en el Peru. *Pura Selva*. 1997; 156: 35-39.
  13. Arévalo-Gardini E. La moniliasis del cacao en el Perú (Reseña Histórica). *Boletín del Instituto de Cultivos Tropicales San Martín, Perú*. 1999; 2 p.
  14. Arévalo E, Canto M, Leon B, Meinhard T. Biocontrol potencial de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* con aislamientos de trichoderma endófito de cacao in vitro. *Revista del XXI Congreso Peruano de Fitopatología, Tarapoto-Perú*. 2010.
  15. Leon B, Arévalo E, Márquez-Dávila K, Cayotopa J, Olivera D. Extractos de tara (*Caesalpiniaspinosa*) y matico (*Piperaduncum*) para el control de *Moniliophthora roreri* in vitro. *Revista del XXI Congreso Peruano de Fitopatología, Tarapoto-Perú*. 2010.
  16. Raina SN, Rani V, Kojima T, Ogihara Y, Singh KP, Devarumath RM. RAPD and ISSR fingerprints as useful genetic markers for analysis of genetic diversity, varietal identification, and phylogenetic relationships in peanut (*Arachishypogaea*) cultivars and wild species. *Genome*. 2001; 44: 763–772.
  17. Bonin A, Ehrich D & Manel S. Statistical analysis of amplified fragment length polymorphism data: a toolbox for molecular ecologists and evolutionists. *Molecular Ecology*. 2007; 16: 3737–3758.
  18. Schlüter PM, Harris SA. Analysis of multilocus fingerprinting data sets containing missing data. *Molecular Ecology Notes*. 2006; 6(2):569-572.
  19. De Freitas LB, Jerusalinsky L, Bonatto SL, Salzano, FM. Extreme homogeneity among brazilian wheat genotypes determined by RAPD markers. *Pesq. agropec. bras.* 2000; 35 (11): 2255-2260.
  20. Rohlf FJ. NTSYS-PC: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.0. User Guide. New York: Applied Biostatistics Inc; 1998.
  21. Nei M. Analysis of diversity in subdivided populations. *Proc. Natl. Acad. Sci, USA*. 1973; 70 (12): 3321-3323.
  22. Yeh FC, Yang RC, Boyle TB, Ye ZH, Mao JX. Popgene version 1.31 Microsoft Window-based Freeware for Population Genetic Analysis. Quick User Guide. Alberta: University of Alberta And Tim

- Boyle, Centre for International Forestry Research; 1999.
23. Peakall R, Smouse PE. Genalex 6.0: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *MolEcol Notes*. 2006; 6(1): 288–295
  24. Slatkin M. Gene flow and geographic structure of natural populations. *Science*. 1987; 236: 787-792.
  25. Evans HC, Krauss U, Ríos R, Zeceovich T y Arévalo E. Cocoa in Peru. *Cocoa Growers' Bulletin*. 1998; 51: 7–22.
  26. Tiburcio RA, Lacerda GG, Falsarella M, Costa JM, Schuster SC, Carlson JE, et al. Genes acquired by horizontal transfer are potentially involved in the evolution of phytopathogenicity in *Moniliophthora perniciosa* and *Moniliophthora roreri*, two of the major pathogens of Cacao. *J Mol Evol*. 2010; 70 (1):85–97.
  27. Brasier CM. Rapid evolution of introduced plant pathogens via interspecific hybridization. *BioScience*. 2001; 51(2):123-133.
  28. Liu YQ, Qin L, li YP, Wang H, Xia RX, Gi YH, et al. Comparative Genetic Diversity and Genetic Structure of Three Chinese Silkworm Species *Bombyxmori* L. (Lepidoptera: Bombycidae), *Antheraea pernyi* Guérin-Meneville and *Samiacynthiaricini* Donovan (Lepidoptera: Saturniidae). *Neotropical Entomology*. 2010; 39 (6): 967-975.
  29. Allendorf FW. Gene flow and genetic differentiation among populations. *ConservGenet*. 1983; 18: 51-65

# Sensibilidad hepática a la insulina en residentes en zonas de altura y de nivel del mar utilizando el método CLAMPEH

## Hepatic sensitivity to the insulin in residents from high-altitude and sea level areas using the CLAMPEH method

Luis A. Aguilar Mendoza , Luis M. Baquerizo Sedano , Marilía L. Baquerizo Sedano  
Universidad Continental

### RESUMEN

**Objetivos:** Determinar y comparar la sensibilidad hepática a la insulina en residentes permanentes a nivel del mar (Lima, 150 msnm, Patm [presión atmosférica] = 760 mm Hg) y en altura (Huancayo, 3 250 msnm, Patm = 520 mm Hg). **Métodos:** Se utilizó el método CLAMPEH, considerado el de mayor exactitud para determinar la sensibilidad a la insulina, y que consiste en la infusión por vía venosa, instalando dos catéteres antebraquiales de una cantidad fija de insulina y una cantidad variable de graduada con una bomba de infusión volumétrica. La sensibilidad hepática a la insulina se representó mediante el valor (M), que indica la relación entre la cantidad de glucosa infundida con una hiperinsulemia para mantener valores de glicemia de 100 mg/dL, siendo el valor estándar para esta relación 1 (en el grupo de edad de menos de 25 años y con 90-110 % del peso ideal). La muestra estuvo compuesta por 16 residentes permanentes por más de 5 años en cada ciudad, con un índice de masa corporal (IMC) entre 20 y 25 kg/m<sup>2</sup> y una edad entre 20 y 25 años. **Resultados:** Encontramos que la sensibilidad hepática a la insulina es significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en el residente permanente de altura (m valor  $M = 1,5231$ ,  $SD = 0,3388$ ) respecto al residente permanente de nivel del mar (m valor  $M = 1,1092$ ,  $SD = 0,2310$ ). **Conclusiones:** Planteamos que ello es consecuencia de una adaptación fisiológica y metabólica a la altura condicionada por la hipoxia y presión atmosférica.



Luis Aguilar

luis.aguilar@upch.pe

**Palabras clave:** CLAMPEH, insulina, altura, glicemia, sensibilidad hepática.

1 Ph.D. Neurociencia y Biología del Comportamiento, director del Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). Investigador de la Universidad Continental.

2 Bachiller en Nutrición Humana, investigador asociado al Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento, UPCH.

3 Bachiller en Psicología, investigadora asociada al Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento, UPCH.

## ABSTRACT

**Objectives:** To determine and to compare the hepatic sensitivity to the insulin in permanent residents from sea level (Lima, 150 m.s.l, Patm [Atmospheric pressure] = 760 mm Hg) and from high-altitude (Huancayo, 3250 m.s.l, Patm = 520 mm Hg). **Methods:** It was used the CLAMPEH method. It's considered the one with more accurately to determine the sensitivity to the insulin, which involves the infusion via venous, and to install two antebrachial catheters with an insulin fixed amount and a variable amount with a volumetric infusion pump. The hepatic sensitivity to the insulin was represented by the value (M) which indicates the relationship between the glucose amount infused with a hyperinsulinemia, to maintain glycemia values of 100 mg/dL, being the standard value 1 for this relationship (in the age group under 25 and 90-110 % of ideal weight). The sample was composed by 16 permanent residents for more than 5 years in each city, with a body mass index (BMI) between 20 and 25 kg/m<sup>2</sup> and an age between 20 and 25. **Results:** We found that the hepatic sensitivity to the insulin was significantly higher ( $P < 0.05$ ) and the permanent resident from the high-altitude (m value  $M=1,5231$ ,  $SD=0.3388$ ) compared to the sea level permanent resident (m value  $M=1,1092$ ,  $SD=0,2310$ ). **Conclusions:** We propose that this is due to a physiological and metabolic adaptation at the conditioned height by the hypoxia and the atmospheric pressure.

**Keywords:** CLAMPEH, insulin, altitude, glycemia, hepatic sensitivity.

## INTRODUCCIÓN

La resistencia a la insulina es una entidad clínica determinada por factores genéticos y ambientales, que se muestra con amplias variaciones, la sensibilidad a la insulina alterada es un factor de riesgo causante de diversas patologías y es un signo importante

para identificar trastornos metabólicos, mantener niveles de glucosa en rangos de normalidad es el objetivo del tratamiento de la diabetes para evitar y/o retrasar los daños macrovasculares y microvasculares ocasionados por esta enfermedad, diversos estudios confirman que los residentes permanentes y nativos de la altura tienen una menor glicemia basal comparada con los habitantes del nivel del mar (1, 8). Se ha demostrado además que este fenómeno persiste durante los estados prandiales y permanece por los menos durante 12 horas de monitoreo continuo (9).

Aún se desconocen los mecanismos específicos que permiten explicar la menor glicemia en la altura (1). La regulación basal de la glicemia implica un proceso equilibrado de captación de glucosa y producción hepática de glucosa (PHG) (1). Como los sujetos de la altura y del nivel del mar tienen una similar insulinemia basal (10), el fenómeno podría ser atribuido a los mecanismos a nivel del receptor o posreceptor de insulina (9). Algunos estudios *in vitro* indican que la hipoxia mejora la captación de glucosa debido a que incrementa la translocación de los transportadores de glucosa (principalmente GLUT-4) en la célula muscular esquelética y cardíaca (11, 15).

Por otro lado, la regulación de la PHG depende de la tasa de glucogenolisis y gluconeogénesis (16), y en esta regulación intervienen por lo menos tres componentes: la insulina, los ácidos grasos libres (que cumplen un rol fundamental) y el glucagón (17, 18). Se ha estimado que la tasa de gluconeogénesis hepática en sujetos de la altura es mayor que en sujetos del nivel del mar (19), pero el método de flujo esplácnico usado por los respectivos investigadores no provee información exacta de la tasa de gluconeogénesis (1, 20).

Otros estudios refieren un incremento del 100 % en la producción hepática basal de glucosa respecto al nivel inicial (21); sin embargo, no es seguro si estos resultados se pueden extrapolar a los sujetos que residen permanentemente en la altura,

considerando que los cambios tempranos de adaptación en el organismo en respuesta a los cambios de altitud pueden involucrar a hormonas de estrés u otros mecanismos que podrían influir en la tasa de PHG (1).

Aún es incierto que la menor glicemia en la altura se deba a una menor PHG, ya que no se tiene información acerca de la sensibilidad hepática a la insulina en residentes permanentes de la altura (1). Entendiendo que ésta es el efecto de la insulina sobre los tejidos sensibles a esta hormona para promover la captación de glucosa y suprimir la salida de glucosa del hígado.

Se han realizado estudios que hicieron uso de la prueba de tolerancia a la glucosa oral (4) e intravenosa (5, 6) y es por el método del clamp de la glucosa (18, 19) que demostraron que la sensibilidad a la insulina en altura es más alta. Sin embargo, es necesario realizar un estudio detallado con un método más adecuado. Por ello, desarrollamos en esta investigación un estudio comparativo en ambientes naturales, orientado a estimar la sensibilidad hepática a la insulina (SHI) en residentes permanentes en la altura y a nivel del mar, mediante el método clamp euglicémico hiperinsulémico – CLAMPEH (1).

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación fue de naturaleza básica y descriptiva, de diseño no experimental. El método específico utilizado para estimar la SHI fue el clamp euglicémico hiperinsulémico – CLAMPEH, considerado el “estándar oro” de los métodos que cuantifican la sensibilidad a la insulina in vivo.

Consiste en la infusión por vía venosa, instalando dos catéteres antebraquiales (Abbocath n° 20, 22), de una cantidad fija de insulina (solución de insulina Humalog de acción rápida en suero fisiológico – 100 U/L, en función del área de superficie

corporal) y una cantidad variable de glucosa (solución de dextrosa al 10 %, en función de la glicemia inicial y su valor cada 5 minutos, estimada con un glucómetro y bandas reactivas) graduada con una bomba de infusión volumétrica ZNB-XD, con el fin de mantener la glucemia del sujeto en un valor de euglicemia prefijado (100 mg/dL +/- 5 mg/dL) (22).

Los datos fueron recolectados en una ficha en la que se registra la edad, peso, talla, cantidad de glucosa infundida en mg, cantidad de insulina infundida en m.u., el valor de glicemia cada 5 minutos y el valor de equilibrio (valor M). El valor M representa la SHI, y resulta de dividir la cantidad de glucosa e insulina infundida en los 30 minutos siguientes después de llegar al valor de euglicemia prefijado. Este valor se expresa en mg/kg/min o en forma de coeficiente, siendo el valor 1 el resultado del clamp promedio en el grupo de edad de menos de 25 años y con 90-110 % del peso ideal (22, 23).

La muestra incluyó a 50 personas, que cumplían con los criterios de inclusión: intervalo de edad de 20 a 25 años, residentes permanentes por más de 5 años en Huancayo (3 250 msnm, Patm = 520 mm Hg) y Lima (150 msnm, Patm = 760 mm Hg) con un IMC entre 20 y 25 kg/m<sup>2</sup>. Se trabajaron con los valores de 32 personas que lograron el equilibrio glicémico durante el tiempo requerido para que los datos sean considerados válidos. El promedio de edad de los residentes permanentes en altura fue de 22,62 y en el nivel del mar de 22,94.

## RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestra los datos obtenidos, la cantidad de dextrosa infundida, la cantidad de insulina infundida y el valor M, que es la relación entre ambas referentes a la sensibilidad hepática a la insulina (expresada en el valor M) en residentes permanentes en zonas de altura y de nivel del mar.

Tabla N°1: Dextrosa e insulina infundida y valor M, en residentes permanentes en la altura y a nivel del mar

	Altura			Nivel del mar		
	Dextrosa (mg)	Insulina (m.u.)	Valor M	Dextrosa (mg)	Insulina (m.u.)	Valor M
Varones	15,0	864,0833	1,7359	10,5	1152,9961	0,9107
	12,0	1223,2129	0,9810	18,0	1008,5237	1,7848
	12,0	1069,6167	1,1218	12,0	1007,3728	1,1912
	18,0	985,6368	1,8262	10,5	1035,6640	1,0138
	15,0	1079,0922	1,3900	13,5	1026,1579	1,3156
	15,0	987,9271	1,5183	12,0	1078,2949	1,1129
	18,0	1052,9957	1,7094	10,5	1153,2562	0,9105
	16,5	1097,2693	1,5037	9,0	1051,1898	0,8562
		10,5	916,9732	1,1450	12,0	902,4965
Mujeres	18,0	847,1127	2,1248	10,5	874,6428	1,2005
	18,0	848,0566	2,1225	9,0	909,2854	0,9898
	10,5	951,7825	1,1031	10,5	979,7959	1,0716
	13,5	868,9073	1,5536	10,5	914,9863	1,1475
	12,0	860,2325	1,3949	9,0	952,4705	0,9449
	13,5	909,2854	1,4846	9,0	985,9006	0,9129
	15,0	906,4215	1,6548	10,5	995,9920	1,0542

En la Figura N° 1 comparamos la sensibilidad hepática a la insulina en residentes permanentes en la altura y a nivel del mar, hallamos los promedios (m valor M) en ambos grupos, siendo 1,5231 para el grupo de altura y 1,1092 para el grupo de nivel del mar, y determinamos que la diferencia es estadísticamente significativa.

La prueba estadística utilizada fué la t de Student ( $P < 0,05$ ), determinándose que los valores tienen una correlación negativa utilizando la r de Pearson (estadístico  $r = -0,504$ , valor  $P = 0,047$ ).

## DISCUSIÓN

Estudios controlados, que utilizaron diversos métodos, sugerían una mayor sensibilidad hepática a la insulina en residentes permanentes en la altura en comparación con residentes permanentes a nivel del mar. Los resultados de esta investigación lo confirman mediante la prueba del CLAMPEH en ambientes naturales.

La mayor sensibilidad hepática a la insulina responde a la adaptación fisiológica y metabólica a la altura. La hipoxia y presión

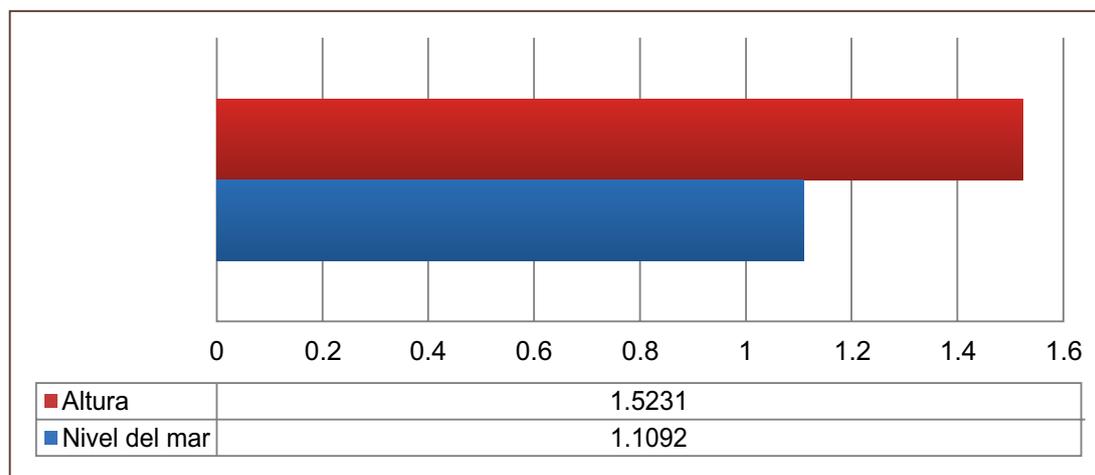


Figura N°1: Comparación de promedio de valor M en altura y a nivel del mar

atmosférica en esta, condicionaría varios factores implicados específicamente en la regulación del metabolismo de glucosa. Para comprender mejor el sistema de regulación, especial atención ahora deben tener las alteraciones en el transporte de glucosa y los receptores de insulina.

La adaptación a condiciones de hipoxia y menor presión atmosférica se ve en nativos de la altura sin patologías asociadas, los cambios en la sensibilidad hepática a la insulina en nativos de nivel del mar en la etapa de acomodación y aclimatación a la altura aún se desconocen.

Los resultados corroboran el estudio previo realizado por Orison Woolcott y Oscar Castillo en 2008, en donde encontraron una tasa mayor de infusión de glucosa en los pobladores de las alturas ( $15,3 \pm 4,6$  mg/kg/min) que los habitantes del nivel del mar ( $10,9 \pm 3,8$  mg/kg/min) durante el clamp de glucosa realizado a 125 mg/dL por encima del valor basal obtenidos con el método clamp euglicémico hiperglicémico – CLAMPEH.

Los diversos cambios en la fisiología del nativo de altura están relacionados con la exposición crónica a la hipoxia, los cambios metabólicos causados por el HIF-1 (Hypoxia-inducible factors) y la cascada de señalización que origina una alteración en los transportadores de glucosa GLUT-2 y GLUT-4.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Woolcott O, Castillo O. Metabolismo de la glucosa en el habitante de la altura: Replanteando evidencias. Arch Biol Andina. 2008; 14(1): 51-62.
2. San Martín M. Distribución de la glucosa sanguínea y su variación con el cambio de altitud. An Fac Med. 1940; 23(1): 312-318.
3. Monge CC. Glucosa, ácido láctico y ácido pirúvico a nivel del mar y en la altura. An Fac Med. 1949; 32(1): 60-65.
4. Picón-Reátegui E. Studies on the metabolism of carbohydrates at sea level and at high altitudes. Metabolism. 1962; 11(11): 48-54.
5. Picón-Reátegui E. Intravenous glucose tolerance test at sea level and at high altitudes. J Clin Endocrinol Metab. 1963; 23(1): 1256-1261.
6. Calderón R, Llerena A. Carbohydrate metabolism in people living in chronic hypoxia. Diabetes. 1965; 14(1): 100-105.
7. Garmendia F. Glicemia del nativo normal de altura. Arch Inst Biol Andina. 1970; 3(2): 09-16.
8. Heat D, Williams D. Man at high altitude: the pathophysiology of acclimatization and adaptation. 1<sup>ª</sup> ed. New York: Churchill Livingstone: 1981.
9. Castillo O, Woolcott Oscar, Gonzáles V, Tello L, Villarreal C, et al. Monitoreo continuo de la glicemia en el poblador de los andes. Diagnóstico. 2006; 45(1): 39-43.
10. Garmendia F, Torres J, Tamayo R, Urdanivia E. Carbohydrate metabolism at high altitude. Abstract book of the 8th Congress of the International Diabetes Federation. Brussels, Belgium. 1973; 262(1): 15-20.
11. Cartee G, Douen AG, Ramlal T, Klip A, Holloszy JO. Stimulation of glucose transport in skeletal muscle by hypoxia. J Appl Physiol. 1991; 70(4): 593-600.
12. Azevedo J, Carey J, Pories W, Morris P, Lynis G. Hypoxia stimulates glucose transport in insulinresistant human skeletal muscle. Diabetes. 1995; 44(1): 695-698.
13. Reynolds T, Brozinick J, Rogers MA, Cushman SW. Mechanism of hypoxia-stimulated glucose transport in rat skeletal muscle: potential role of glycogen. Am J Physiol. 1998; 274: 773-778.
14. Zhang J, Behrooz A, Ismail-Beigi F. Regulation of glucose transport by hypoxia. Am J Kidney Dis. 1999; 34(1): 189-202.
15. Weickert M, Pfeiffer A. Signalling

- mechanisms linking hepatic glucose and lipid metabolism. *Diabetologia*. 2006; 49(8): 1732-41.
16. Bergman R. Non-esterified fatty acids and the liver: why is insulin secreted into the portal vein? *Diabetologia*. 2000; 43(7): 46-52.
  17. Jiang G, Zhang B. Glucagon and regulation of glucose metabolism. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1995; 284(4): 1-8.
  18. Castillo O, Alzamora J, Capatinta C, et al. Insulin sensitivity at high altitude. Abstract book of the 5th European Congress of Endocrinology. 1998; 5(2): 9-13.
  19. Torres J. Sensibilidad a la insulina en altura y a nivel del mar. *High Alt Med Biol*. 2002; 3(1): 97-138.
  20. Marticorena E. Entidades nosológicas de desadaptación aguda a la altura. *An Fac Med Lima*. 1997; 58(2): 85-91.
  21. Consensus Development Conference on Insulin Resistance. 5-6 November 1997. American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 1998; 21(2): 310-314.
  22. Pérez M, Montanya E. Técnicas para el estudio de la resistencia insulínica. Una valoración crítica. *AV DIABETOL*. 2001; 17(1): 179-186
  23. Cabezas-Cerrato J, Araujo D. Resistencia a la acción de la insulina. Evolución histórica del concepto. Técnicas para el estudio in vivo en humanos; 2004.

# Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo

## Social and environmental impacts by making bricks in Huancayo

Marisol Condori Apaza<sup>1</sup>  
Universidad Nacional de Centro del Perú

### RESUMEN

**Objetivos:** Identificar los impactos sociales y ambientales generados por el proceso de fabricación de ladrillos en las zonas de Palián y San Agustín de Cajas de la ciudad de Huancayo. **Métodos:** La investigación fue básica, nivel descriptivo, con diseño de investigación no experimental transversal y enfoque metodológico cuantitativo. Se aplicó un cuestionario a 80 trabajadores de las fábricas de ladrillos de las dos zonas de trabajo. **Resultados:** La fabricación de ladrillos generó impactos sociales tales como: perjuicios a la salud, 94%; y generación de trabajo, 88%; siendo la mayoría de trabajadores niños. Anteriormente el 64%, se dedicaba a la agricultura; el 14%, a la ganadería; actualmente, el 60% consideró que su estilo de vida ha cambiado desde la fabricación de ladrillos; el 64% de personas que trabajan en las fábricas manifestaron haber sufrido accidentes laborales. Respecto a los impactos ambientales generados por las actividades del proceso de fabricación de ladrillos en las zonas mencionadas; el 54%, indicó que esta actividad es responsable de la baja fertilidad de las tierras agrícolas; el 81% consideró que antes de la fabricación de los ladrillos se respiraba aire menos contaminado; el 68% afirmó que anteriormente a dicha actividad, consumían agua menos contaminada; el 86%, manifestó que la fauna y la flora se alteró; el 61%, consideró que el nivel de ruido se ha incrementado. **Conclusiones:** El proceso de fabricación de ladrillos en el distrito de San Agustín de Cajas y el anexo de Palian generó impactos sociales, fundamentalmente en



Marisol Condori

marisol\_c\_a@hotmail.com

las actividades económicas, por lo tanto cambiando su estilo de vida; asimismo, afectó significativamente a diversos ecosistemas.

**Palabras clave:** Impacto social, ambiental, fabricación de ladrillos.

<sup>1</sup> Doctora en Sociología, profesora de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

## ABSTRACT

**Objectives:** To identify the social and environmental impacts generated by the manufacturing process of bricks in Palian and San Agustín de Cajas in Huancayo city. **Methods:** Basic research, descriptive level, with no cross-experimental design research and quantitative methodological approach, since a structured 80 people (as) questionnaire was applied boxes and Annex Palian in the province of Huancayo. **Results:** Respondents indicate that the manufacturing process of bricks generates social impacts such as damage to health (94 %), generation of work (87%), with most workers children, changes in lifestyle, as previously 64% are engaged in agriculture, 14% for livestock, 60% consider their lifestyle before brickmaking was quiet, 64% of people working in the factories reported having been accidents. Regarding the environmental impacts generated by the activities of the manufacturing process of bricks in the above mentioned areas, the 54% indicates that this activity is responsible for the low fertility of agricultural land; 81% indicates that prior to bricks manufacturing air was less polluted, 68% believe that before this activity consumed less contaminated water 86% indicates that the fauna was altered; 86% indicates that the flora is altered, 61% consider that the noise level has increased. **Conclusions:** The process of making bricks in the district of San Agustín de Cajas and the annex Palian generates social and environmental impacts.

**Keywords:** Social impact, environmental, manufacturing bricks.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades económicas que se desarrollan en el Perú, son diversas, entre ellas formales e informales; desde la minería informal en la cual trabajan personas en situación social y económica vulnerables, hasta la fabricación artesanal de ladrillos que se desarrollan en diversos

lugares de nuestro país; en esta oportunidad se investigó a la provincia de Huancayo, para lo cual se ha considerado los casos de ladrilleras artesanales del anexo de Palian y del distrito de San Agustín de Cajas.

La presente investigación es de importancia para las ciencias sociales, porque en el Perú, así como en la provincia de Huancayo, los impactos socio ambientales que generan las actividades económicas vienen afectando significativamente a diversos ecosistemas, así también afectan a los grupos sociales, en cuanto a su organización y unión. En tal sentido, la presente investigación tiene por finalidad abordar la problemática en mención desde un enfoque de la sociología del medio ambiente.

El Programa Regional Aire Limpio (1), realizó la investigación "Experiencias en el sector ladrillero artesanal en las ciudades de Arequipa y Cusco", cuyos resultados indican que, las ladrilleras de tamaños micro y pequeño aplican, en su mayoría, técnicas artesanales con hornos de baja eficiencia. Esta es compensada mediante el uso de combustibles de alto poder calorífico y bajo precio, tales como llantas usadas, plásticos, aceite quemado de vehículos, etcétera. Estos combustibles son, al mismo tiempo, altamente contaminantes, lo que convierte a la actividad ladrillera en fuente de contaminación que afecta la calidad del aire de las ciudades y poblaciones cercanas, la salud de sus habitantes, de los propios trabajadores y de sus familias. La actividad ladrillera artesanal se desenvuelve en un escenario especial caracterizado por: alta generación de contaminantes, informalidad, economía precaria, inseguridad en el trabajo y reducida capacidad de gestión.

Montoro (2) en su investigación "Gestión ambiental de la industria ladrillera en el distrito de Quilcas, provincia de Huancayo", muestra como resultados que la actividad ladrillera produce impactos en el ecosistema rural del distrito, usando de manera desmedida recursos como insumos para la elaboración de éstos como son los suelos y agua subterránea, reduciendo la capacidad productiva y afectando la disponibilidad del

recurso hídrico, cuyo proceso de fabricación genera emisiones contaminantes al aire, lo cual ocasiona efectos negativos en la población, tales como: enfermedades respiratorias y generando la perturbación del paisaje rural.

Romo, Cervera y Córdova (3) en su "Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez" evalúan la utilización de técnicas tradicionales para la elaboración del ladrillo, lo que provoca emisiones altamente contaminantes a la atmósfera. Esto tiene un fuerte impacto en el medio ambiente a nivel binacional, en la región Paso del Norte. Sin embargo, el contexto socioeconómico de los trabajadores de esta industria no permite cambios importantes; además, hace difícil cualquier iniciativa de mejorar y relocalizar los hornos ladrilleros.

Moreno y Soler (4) realizan una estimación de riesgos ambientales causados por la industria ladrillera en México, indicando que ésta es una actividad productiva que además de ser una fuente de empleo importante, genera un insumo básico para la industria de la construcción. Sin embargo, el proceso de producción emplea combustibles altamente contaminantes, que generan dioxinas y furanos, distintas especies de hidrocarburos, volúmenes masivos de partículas, monóxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno, contaminando la atmósfera, cuerpos de agua y suelo.

Ramirez (5) realizó el estudio del impacto ambiental en el proceso de elaboración de ladrillo en la comunidad Del Chote, Poza Rica, México; cuyos resultados demuestran que los impactos ambientales de este proceso fueron significativos e irreversibles, que afectaron a la tierra debido al uso de hornos afectando a los asentamientos humanos, así también al aire por los gases de salida de horno.

La presente investigación buscó responder a la pregunta ¿Cuáles son los impactos socio ambientales generados por el proceso de fabricación de ladrillos en la provincia de Huancayo? Por ende, el objetivo de

investigación fue identificar los impactos socio ambiental generado por el proceso de fabricación de ladrillos en la provincia de Huancayo. La hipótesis de investigación indica que los impactos sociales generados por el proceso de fabricación de ladrillos son: perjuicios a la salud de los pobladores, generación de empleo, cambios en el estilo de vida de la población, accidentes laborales y; los impactos ambientales son: alteración de las tierras agrícolas, contaminación del aire y agua, alteración de la fauna y flora, incremento de los niveles de ruido.

Con la presente investigación se contribuye al enriquecimiento de conocimientos de la sociología del medio ambiente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue básica, ya que, con los resultados hallados se contribuye al enriquecimiento del conocimiento respecto a los impactos generados por las actividades económicas informales y/o artesanales en nuestro país. La investigación considera el nivel descriptivo, ya que pretende describir los impactos sociales y ambientales que genera la fabricación artesanal de ladrillos en San Agustín de Cajas y Palian.

El diseño de la investigación es no experimental transversal descriptivo, con enfoque metodológico cuantitativo. La recolección de datos se realizó a través de un cuestionario estructurado a una muestra de 80 pobladores que se dedican a la fabricación de ladrillos del distrito de San Agustín de Cajas y el anexo de Palian, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

## RESULTADOS

Antes de presentar los resultados de la presente investigación, es necesario señalar

Tabla N°1: Impactos sociales generados por el proceso de fabricación de ladrillos

Impacto	Frecuencia	%	Ho	Valor Z	Valor p
Generación de trabajo	70	88	Ho: $\pi > 0,5$	6,71**	0,000
Perjuicios a la salud	75	94	Ho: $\pi > 0,5$	7,83**	0,000
Vida intranquila	48	60	Ho: $\pi > 0,33$	5,14**	0,000
Sufrimiento de accidentes laborales	51	64	Ho: $\pi > 0,5$	2,47**	0,007

Ho: Hipótesis nula; (\*\*) Significativo al 1% ( $p < 0,01$ )

que, a partir de la década de los 90, el impacto ambiental se aborda en términos más integrales, contemplando no sólo los efectos de los proyectos –u actividades económicas- sobre el medio biofísico, sino también sobre el medio social y estudiando las interconexiones entre ambos (6). Así, la hipótesis de investigación indica que los impactos sociales generados por el proceso de fabricación de ladrillos son: perjuicios a la salud de los pobladores, generación de empleo, cambios en el estilo de vida de la población, accidentes laborales y; los impactos ambientales son: alteración de las tierras agrícolas, contaminación del aire y agua, alteración de la fauna y flora, incremento de los niveles de ruido. En tal sentido, a continuación se presentan los principales resultados hallados en el proceso de investigación.

En la tabla N°1, se aprecia que los impactos sociales generados por el proceso de fabricación de ladrillos en Palian y

San Agustín de Cajas – Huancayo son la generación de trabajo ( $p < 0,01$ ), los perjuicios de la salud ( $p < 0,01$ ), la vida intranquila ( $p < 0,01$ ) y el sufrimiento de accidentes laborales por los trabajadores ( $p < 0,01$ ), tal como se evidencia con la prueba Z de Gauss para una proporción en muestras grandes. El primero de los impactos es positivo, mientras que los tres últimos, negativos.

En la tabla N° 2 se observa que los impactos ambientales generados por el proceso de fabricación de ladrillos en Palián y San Agustín de Cajas – Huancayo son el aire contaminado que se respira ( $p < 0,01$ ), el agua contaminada que se consume ( $p < 0,01$ ), la alteración de la fauna ( $p < 0,01$ ), la alteración de la flora ( $p < 0,01$ ) y el incremento del ruido ( $p < 0,05$ ), tal como se evidencia con la prueba Z de Gauss para una proporción en muestras grandes. Estos impactos son negativos. La alteración de la fertilidad de los suelos resulta ser

Tabla N° 2: Impactos ambientales generados por el proceso de fabricación de ladrillos

Impacto	Frecuencia	%	Ho	Valor Z	Valor p
Alteración de la fertilidad de los suelos	43	54	Ho: $\pi > 0,5$	0,67	0,251
Aire contaminado que se respira	65	81	Ho: $\pi > 0,33$	9,18**	0,000
Agua contaminada que se consume	54	68	Ho: $\pi > 0,33$	6,56**	0,000
Alteración de la fauna	69	86	Ho: $\pi > 0,5$	6,48**	0,000
Alteración de la flora	69	86	Ho: $\pi > 0,5$	6,48**	0,000
Incremento del ruido	49	61	Ho: $\pi > 0,5$	2,01*	0,022

Ho: Hipótesis nula; (\*\*) Significativo al 1% ( $p < 0,01$ ); (\*) Significativo al 5% ( $p < 0,05$ )



Figura N°1: Ladrillera en la ciudad de Huancayo.

no significativo ( $p > 0,05$ ) a la luz de la prueba Z de Gauss para una proporción en muestras grandes.

## DISCUSIÓN

En la década de las noventa cuestiones internacionales como locales configuran un escenario particular para la introducción de la evaluación de impacto ambiental en los países en desarrollo y si bien aún se está lejos del ideal, la dimensión social en función del contexto internacional hoy tiene otro lugar en este tema. El paradigma fiscalista sigue aún vigente, pero frente a él se encuentra el paradigma sociológico que incorpora el concepto de vulnerabilidad de la población frente al análisis de programas, políticas, proyectos, normativas y/o actividades económicas diversas. Esto genera a su vez la incorporación de especialistas de las Ciencias Sociales en el tratamiento de las cuestiones ambientales con una visión sistémica que da lugar a otro marco de acción que va más allá de las técnicas de evaluación ambiental de proyectos y que hacen al tratamiento integral de la problemática ambiental (6).

La evaluación y los impactos ambientales, deben ser analizados desde diversos enfoques, y coincidiendo con Soriano (7) estos son el territorial, demográfico, económico y sociocultural, ya que cualquier actividad económica o ejecución de proyecto, genera impactos de diversa índole. En esta oportunidad, abordaremos los impactos sociales y ambientales que genera la fábrica artesanal de ladrillos en el distrito de san Agustín de Cajas y el anexo de Palian de la provincia de Huancayo.

Respecto a los impactos sociales generados por esta actividad, los resultados muestran que el 94 % de encuestados(as) considera haber sido perjudicado en su salud. Similar situación halló Montoro (2) indicando que el proceso de fabricación de ladrillos en Quilcas ocasiona efectos negativos en la población tales como enfermedades respiratorias. Asimismo el PRAL (1) considera que esta actividad es fuente de contaminación y afecta la salud de sus habitantes, de los propios trabajadores y de sus familias.

Sin embargo, un impacto considerado positivo por los encuestados es que, la actividad ladrillera genera trabajo (88%), aspecto también considerado por Moreno y Soler (4) quienes manifiestan que, es una actividad productiva que

además de ser una fuente de empleos importante, genera un insumo básico para la industria de la construcción. Sin embargo, se debe dejar claro, tal como manifiestan Gonzales, Perea, Ojeda y Matamoros (8) que esta actividad artesanal tradicionalmente ha sido desarrollada por personas de estratos sociales marginados que encuentran en este oficio una forma de autoempleo medianamente estable, pero lamentablemente muy mal remunerada, poco valorada y menos reconocida por la sociedad.

Por otro lado, esta actividad generó cambios en el estilo de vida de la población, ya que anteriormente el 64% se dedicaba a la agricultura, el 14% a la ganadería. Al respecto, Codes (9) señala que en El Algarrobal el modo de vida agrícola prácticamente ha desaparecido.

Otro dato, nos revela que, el 64% de personas que trabajan en las fábricas de San Agustín de Cajas y Palian, manifestaron haber sufrido accidentes laborales; lo cual, desde la perspectiva de Noriega (10) son riesgos laborales derivados de los elementos del proceso laboral que potencialmente pueden crear daños a la salud y pueden clasificarse en riesgos físicos, químicos, biológicos y mecánicos. Los accidentes laborales se ubican dentro de los riesgos mecánicos que, de acuerdo a los resultados de la presente investigación se asemejan a los hallazgos de Gonzales, Perea, Ojeda y Matamoros (8), quienes demuestran que, en lo que respecta a los riesgos mecánicos, los que más comúnmente se presentan son los golpes contusos, "machucones", laceraciones y caídas. Estos se presentan a lo largo del proceso de trabajo.

Respecto a los impactos ambientales generados por las actividades del proceso de fabricación de ladrillos en las zonas estudiadas; el 54% indica que esta actividad es responsable de la baja fertilidad de las tierras agrícolas; el 81% indica que antes se respiraba aire menos contaminado; el 68% considera que antes consumía agua menos contaminada. Similar aseveración realiza Montoro (2) dando a conocer que

en Quilcas las ladrilleras usan de manera desmedida recursos como insumos para la elaboración de éstos como son los suelos y agua subterránea, reduciendo la capacidad productiva y afectando la disponibilidad del recurso hídrico, cuyo proceso de fabricación genera emisiones contaminantes al aire, a esta aseveración se suma Ramírez (5) quien manifiesta que el proceso de fabricación de ladrillos en la comunidad Del Chote, México, genera impactos significativos e irreversibles al suelo y aire. En el mismo sentido, el PRAL (1) considera que la actividad ladrillera es fuente de contaminación que afecta la calidad del aire de las ciudades y poblaciones cercanas. Sumándose a estos resultados Moreno y Soler (4) demuestran que, el proceso de producción de ladrillos emplea combustibles altamente contaminantes, que generan dioxinas y furanos, distintas especies de hidrocarburos, volúmenes masivos de partículas, monóxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno, contaminando la atmósfera, cuerpos de agua y suelo.

Finalmente, 86% indica que la flora de las zonas se alteró. Al respecto Codes y Robledo (9) consideran que, la existencia de la ladrillera produce un impacto negativo elevado sobre la vegetación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Programa Regional Aire Limpio. Experiencias en el sector ladrillero artesanal en las ciudades de Arequipa y Cusco Perú: COSUDE; 2008.
2. Montoro Y. Gestión Ambiental de la industria ladrillera en el distrito de Quilcas, Provincia de Huancayo. [Tesis Doctoral]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; (Recuperado el 13 de diciembre del 2013) En: <http://ymeldamontoro zamora.wordpress.com/proyecto-de-investigacion/>
3. Romo ML, Cervera LE, y Córdova G. Estudio urbano-ambiental de las

- ladrilleras en el municipio de Juárez. México: Universidad Autónoma de Baja California; 2004. (Recuperado el 30 de noviembre del 2013). En: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53050901>
4. Moreno P, Soler FI. Estimación de riesgos ambientales causados por la industria Ladrillera. División de estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería de la UNAM, 2003. (recuperado el 06 de marzo del 2014) En: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/puertorico29/moreno.pdf>
  5. Ramirez BE. Estudio del impacto ambiental en el proceso de elaboración de ladrillo en la comunidad Del Chote. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, México 2011. /Recuperado el 03 de abril del 2014) En: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29499/1/RamirezBarbosa.pdf>
  6. Irigalba AC, Etxaleku AI, Echavarren JM. La evaluación de impacto ambiental. Recopilación, análisis y punto de vista crítico desde la perspectiva sociológica. (Recuperado el 01 de diciembre del 2013) En: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2725/9/cap9.pdf>
  7. Soriano M. Evaluación de impacto ambiental. Legislación y metodología. Cuadernos de Ciencia y técnicas ambientales. Serie Medio Ambiente. Instituto de estudios Baleáricos; 1992.
  8. González N, Perea C, Ojeda S, Matamoros M. El oficio del ladrillero. Sus riesgos y exigencias. Chiguaga: Facultad de Enfermería y Nutriología, Instituto de Bellas Artes/Universidad Autónoma de Chihuahua, 2008. (Recuperado el 15 de diciembre del 2013) En: [http://www.uach.mx/extension\\_y\\_difusion/synthesis/2008/11/10/ladrillero.pdf](http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2008/11/10/ladrillero.pdf)
  9. Codes MI, Robledo SB. Impacto ambiental de las ladrilleras en el Algarrobal, departamento de las Heras, Mendoza, Argentina: Facultad de Filosofía y Letras. SeCyTP. UNCuyo; 2002.
  10. Noriega, M. Organización laboral, exigencias y enfermedad. Investigación sobre salud de los trabajadores. Washington: Organización Panamericana de la Salud; 1993.

# Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú

## Benthic macro invertebrates as water quality indicators in the San Alberto micro basin, Oxapampa, Perú

Stefany Salcedo Gustavson<sup>1</sup>, Lourdes Artica Cosme<sup>2</sup>, Florencia Andrea Trama<sup>3</sup>  
Universidad Continental

### RESUMEN

**Objetivos:** Evaluar la biodiversidad de macroinvertebrados y la calidad ecológica de la microcuenca San Alberto (provincia de Oxapampa, Pasco) de abril a julio de 2013. **Métodos:** El muestreo fue realizado en tres zonas de la microcuenca San Alberto (cuenca alta, media y baja). En los tres sitios fueron colectados macroinvertebrados bentónicos en piedra y arena. Luego se estimaron: el índice biótico andino (IBA), de hábitat fluvial (IHF), de calidad de vegetación de ribera andina (QBRAnd) y de estado ecológico (ECOSTRIAND). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos, nutrientes y metales en el agua. **Resultados:** Se registraron un total de 123 taxones de 47 familias (101 taxones en la cuenca alta, 77 en la cuenca media y 55 en la cuenca baja). La mayor abundancia de macroinvertebrados se presentó en la cuenca media. El IBA resultó ser de "muy buena" calidad para la cuenca alta, media y baja, pero al combinarse este índice con el QBR-And, para elaborar el Índice ECOSTRIAND, se observó el estado ecológico de las cuencas alta y media fueron de "muy buena" calidad y de la cuenca baja fue "regular". El método de muestreo de limpieza de piedras fue el que permitió colectar la mayor cantidad de taxones. Las mejores condiciones de hábitat fluvial, de vegetación ribereña y de estado ecológico, tras la aplicación de los índices IHF, QBR-And y ECOSTRIAND, se encuentran en la cuenca alta. **Conclusiones:** Los resultados indican que la diferencia de calidad de hábitat ribereño y fluvial así como de conductividad, sólidos disueltos y nitratos influyen negativamente sobre la



Stefany Salcedo

stefanysalcedog@gmail.com

calidad del agua, y ésta, sobre la comunidad de macroinvertebrados. Las familias reportadas como sensibles a la contaminación (Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Perlidae, Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Odontoceridae, Blephariceridae) mostraron ser bioindicadores de calidad de agua para la microcuenca.

**Palabras clave:** Calidad de agua, bioindicador, macroinvertebrados bentónicos, monitoreo biológico, microcuenca, río San Alberto.

1 Bachiller en Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco. Becaria de la Universidad Continental.  
2 M.Sc., docente de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.  
3 M.Sc., directora del Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales-Perú.

## ABSTRACT

**Objective:** To assess the macro invertebrates' biodiversity and the ecological quality in the San Alberto micro basin (Oxapampa province, Pasco) from April to July 2013. **Methods:** Sampling was realized in three areas of the San Alberto basin (upper, middle and lower micro basin). In the three sites benthic macroinvertebrates in stone and sand were collected. The Andean biotic index (ABI), fluvial habitat index (IHF), Riparian-Andean vegetation quality index (QBR-And) and ecological status index (ECOSTRIAND) were estimated. Also physicochemical parameters, nutrients and metals in water were estimated. **Results:** We recorded a total of 123 taxa from 47 families (101 taxa in the upper basin, 77 in the middle basin and 55 in the lower basin). The higher abundance of macro invertebrates was presented in the middle basin. The ABI presented "Very good water quality" for the three areas in the basin. However, when combining the ABI with the QBR-And to elaborate the ECOSTRIAND index, the ecological status of the high and media basins were "very good quality" and the lower basin was "regular". The stones cleaning's sampling method allowed to collect the higher quantity of taxa. The best conditions of fluvial habitat, riparian vegetation and ecological status, after the application of the IHF, QBR-And and ECOSTRIAND indexes' were found in the upper basin. **Conclusions:** The results indicate that the quality difference between riverside and fluvial habitat and the conductivity, dissolved solids and nitrates affect negatively on the water quality, and this, on the macro invertebrates' community. The reported families as pollution sensitive (Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Perlidae, Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Odontoceridae, Blephariceridae) showed to be water quality's biomarkers for the micro basin.

**Keywords:** Water quality, biomarker, macro invertebrates, benthic, biological monitoring, San Alberto River.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas fluviales son sometidos a presiones de uso afectando la calidad del agua, principalmente por ingreso de material particulado, actividades agrícolas, deforestación, fragmentación del hábitat, cambio del sustrato por remoción y extracción de materiales (1). El río San Alberto es la principal fuente de agua para consumo humano del distrito de Oxapampa y tiene sus nacientes dentro del Parque Nacional Yanachaga Chemillén (PNYCh) en la parte del bosque de neblina de la zona (2). Sin embargo, esta microcuenca, es perturbada por actividades humanas en la zona de amortiguamiento, las cuales podrían estar afectando la calidad de las aguas de las que depende la ciudad de Oxapampa, que es la capital del distrito y a la vez de la provincia del mismo nombre.

El estado ecológico es una medida de la calidad de las aguas, considerando a la cuenca hidrográfica como unidad de estudio (3). Integra información sobre el bosque de ribera y las áreas adyacentes, el canal y el lecho del río (características hidromorfológicas) y los organismos que los habitan (4). Desde los años 50, las evaluaciones biológicas están complementando a las medidas químicas (5, 6, 7). La evaluación del recurso agua en la actualidad se ha complementado con monitoreos biológicos, en muchos casos con la utilización de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua, lo cual permite detectar condiciones ambientales específicas y los cambios producidos por la contaminación (8).

En la microcuenca San Alberto, no se han realizado estudios de calidad de agua utilizando macroinvertebrados, por lo que el objetivo de la investigación fue identificar la estructura y composición de macroinvertebrados bentónicos de esta microcuenca y determinar la calidad ecológica con el índice biótico andino (IBA), resultados que serán utilizados como base para futuras investigaciones, acciones de manejo y para difundir la importancia de

los sistemas de monitoreo biológico del agua a través de índices de calidad como el IBA, el IHF, el Qbr-And y el ECOSTRIAND.

Este estudio predice que la estructura y composición de macroinvertebrados bentónicos varía de acuerdo con la calidad ecológica y del agua de la microcuenca San Alberto, y que específicamente la calidad de agua será mejor en la cuenca alta que en la media y en la baja, por causa de la perturbación humana fuera del PNYCh.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La microcuenca San Alberto se ubica en el distrito de Oxapampa (provincia del mismo nombre, departamento de Pasco), con sus nacientes dentro del PNYCh, una precipitación anual de 2 502 mm,

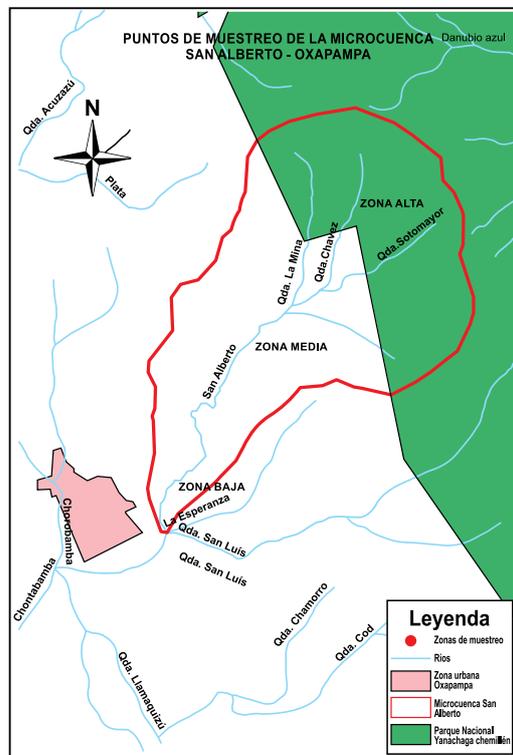


Figura N° 1: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca San Alberto en Oxapampa, departamento de Pasco, Perú.

una temperatura anual media de 13 °C, y dos épocas, lluviosa (octubre-abril) y seca (mayo-septiembre) (9). Su pendiente es escarpada (30-80°) e inestable, con derrumbes frecuentes y erosión intensa. Se encuentra en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (10).

### Zonas de muestreo

El estudio definió tres zonas de muestreo (figura N° 1). La cuenca alta (X; 460052 Y; 8835391), dentro del PNYCh, con bosques neblina de especies nativas (11). El punto situado en la cuenca media (X; 458064 Y; 8832829), dentro de un bosque secundario y cerca al camino principal. El punto situado en la cuenca baja (X; 457509 Y; 8831291), ubicado en el tramo urbano del sector San Alberto a 200 metros aguas arriba de la captación de agua para consumo humano.

### Muestreo

Los muestreos fueron realizados de abril a julio de 2013 (estación seca). En cada zona de muestreo (cuenca) se evaluaron 20 metros lineales para determinar la calidad del hábitat fluvial a partir del índice IHF (12) y la calidad de la vegetación de ribera a partir del índice QBR-And (4). Valores por debajo de 40 para el IHF indican serias limitaciones para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa, lo óptimo es superior a 75. En el caso del QBR-And se puede obtener una puntuación mínima de 25 y un máximo 100 para una ribera perfectamente conservada.

### Muestreo de macroinvertebrados

El diseño fue completamente aleatorio, con tres tratamientos (cuencas), estratificación con dos sustratos (arena y piedras), y tres muestras de cada tipo de sustrato-método, en cuatro meses. El sustrato arena se evaluó con una red surber de 0.9 m<sup>2</sup>, colocando la red en sentido contrario al flujo del agua, con el cuadro de metal en la zona de arena. Luego, se removió el fondo dentro del cuadro de metal con la mano para remover

el sustrato y los macroinvertebrados sean arrastrados por la corriente y queden atrapados en la red. Inmediatamente después se traspasó la muestra a un envase plástico (5).

El segundo método de colecta consistió en la limpieza de piedras y, al igual que en el método anterior, se realizaron tres repeticiones en cada zona de muestreo durante los cuatro meses de investigación. En este caso se delimitó 1 m<sup>2</sup> del lecho del río y se procedió a extraer y lavar las piedras encontradas en el área. El lavado de piedras fue realizado dentro de un balde lleno de agua con ayuda de un cepillo, luego se procedió a tamizar el contenido del balde para almacenar el concentrado en un frasco de plástico. Las muestras colectadas (72 en total para los cuatro meses y las tres zonas de la cuenca) fueron fijadas en alcohol 70%. Los organismos fueron separados e identificados a nivel de género por medio de un estereoscopio XTL-500 de 10-40X y de claves taxonómicas (3, 13, 14, 15). Se estimó la riqueza de familias, riqueza de taxones y abundancia (total y media) de individuos. El estudio utilizó el índice de abundance-based coverage estimator (ACE) para estimar el número de especies esperadas, el índice biótico andino (IBA) para evaluar la calidad de agua en cada zona de muestreo y el índice ECOSTRIAND, para determinar el estado ecológico de las zonas evaluadas en el río San Alberto, mediante la combinación de los resultados del IBA y el QBR-And.

### Muestreo de parámetros fisicoquímicos

Los siguientes parámetros se tomaron por triplicado: temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto por medio de un equipo multiparámetro marca YSI 85,

el potencial de hidrógeno (pH) y los sólidos totales disueltos (STD) usando el equipo HI 98129 marca HANNA, la turbidez utilizando el kit LaMotte Turbidity modelo TTM, y la profundidad con una regla de metal.

### Muestras de agua

Se colectaron y almacenaron muestras de agua en frascos de vidrio color ámbar en cada zona de la cuenca y por cada fecha muestreo. Luego se transportaron al laboratorio para la determinación de nutrientes (nitrógeno total, fósforo total, sales solubles) y metales (cadmio, cobre, cromo, hierro, magnesio, zinc, plomo).

## RESULTADOS

### Índices de calidad de hábitat y vegetación de ribera

Los valores de los índices de hábitat fluvial (IHF) y de vegetación de quebrada andina (QBR-And) estimados en cada zona de muestreo y las puntuaciones de referencia obtenidos se muestran en la tabla N° 1. Ambos índices mostraron sus mayores valores en la zona alta, luego en la zona media y por último en la zona baja.

El índice IHF en la cuenca alta tuvo un valor de 75, con alta frecuencia de rápidos; sustrato compuesto por bloques, piedras, cantos, gravas no fijadas por sedimentos finos, en menor grado se encontró arena, limo y arcilla; regímenes de velocidad con dos categorías, rápido-profundo y rápido-somero; cauce sombreado con ventanas. Presencia de hojarasca, raíces expuestas, troncos, ramas y diques naturales con la

Tabla N° 1: Valores de los índices de cada zona de muestreo de la microcuenca San Alberto.

Zona	Altitud	IHF	QBR-And	Color de QBR-And
Zona alta	2376	75	100	Azul
Zona media	1963	52	85	Verde
Zona baja	1905	32	30	Naranja

cobertura vegetal acuática compuesta por briofitos y en menor grado por el pecton.

La cuenca media obtuvo un valor de 52 con escasa frecuencia de rápidos; sustrato con bloques, piedras, cantos, gravas y poco fijadas por sedimentos finos, en menor grado se encontró arena, limo y arcilla; regímenes de velocidad con dos categorías, rápido-profundo y rápido-somero; cauce con grandes claros. Presencia de hojarasca, troncos y ramas con cobertura vegetal acuática representada por el pecton.

La cuenca baja obtuvo un valor de 32, con ocurrencia ocasional de rápidos; sustrato de cantos y gravas fijadas por sedimentos finos, con arena, limo y arcilla; régimen de velocidad de una sola categoría, rápido-profundo; cauce totalmente expuesto. Elementos de heterogeneidad con poca hojarasca con cobertura vegetal acuática de pecton, pero en menor grado que en la cuenca media. Ninguna de las zonas de la cuenca presentó variaciones de condiciones de hábitat fluvial a lo largo de la investigación.

El índice QBR-And en la cuenca alta obtuvo una puntuación de 100, de "calidad muy buena", con más del 80% de la zona de ribera

con cubierta vegetal y especies autóctonas sin alteraciones. La cuenca media obtuvo 85, considerada dentro del rango de "calidad buena", con ligera perturbación. La cuenca baja, en cambio, obtuvo una puntuación de 30, la más baja y cuyo rango es considerado de "mala calidad", por tener una fuerte alteración de la ribera, poca cubierta vegetal y especies introducidas (*Eucalyptus* spp., *Pinus* spp.) (tabla N° 1).

### Macroinvertebrados bentónicos

La riqueza total de macroinvertebrados colectados en las tres zonas de muestreo durante todo el período de investigación fue de 123 taxones en 47 familias y 13 órdenes. En la cuenca alta fueron registrados 101 taxones (de 42 familias y 10 órdenes); en

Tabla N° 2: Estimado para cada cuenca y tipo de sustrato según el índice ACE.

Cuenca	Sustrato	Taxones	
		Observados	Esperados
Alta	Piedra	98	108
	Arena	45	56
Media	Piedra	68	73
	Arena	20	33
Baja	Piedra	52	57
	Arena	9	36

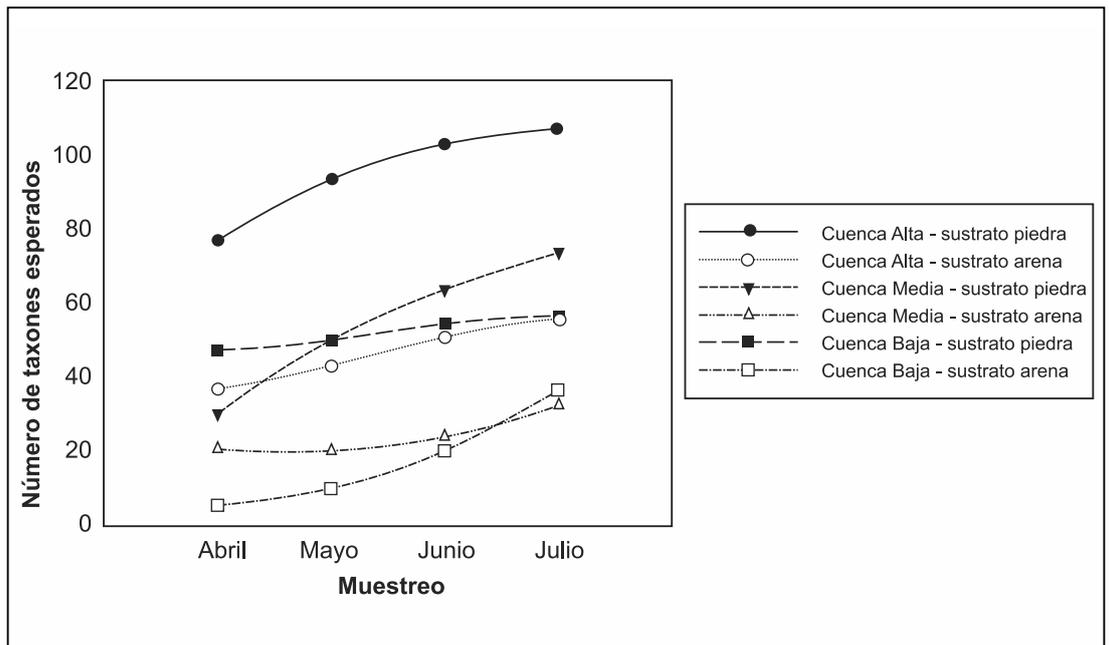


Figura N° 2: Índice ACE estimado para cada cuenca y tipo de sustrato.

Tabla N° 3: Presencia de taxones de macroinvertebrados en cada parte de la cuenca evaluada y por tipo de sustrato evaluado.

Clase/ Orden	Familia	Taxones	Zona alta		Zona media		Zona baja	
			Piedra	Arena	Piedra	Arena	Piedra	Arena
Hemiptera	Veliidae	Rhagovelia sp.	x	x				
	Macroveliidae	Chepuvelia sp.		x				x
Lepidoptera	Hydrometridae	Veliometra sp.					x	
	Pyrilidae	Petrophila sp.	x					
		Parapoynx sp.	x					
Ephemeroptera	Noctuidae	Bellura sp.	x					
	Tortricidae	Archips sp.						x
	Leptohyphidae	Leptohyphes sp.	x	x	x	x	x	
		Haplohyphes sp.	x	x				
Baetidae	Tricorythodes sp.			x				
	Baetodes sp.	x	x	x	x	x	x	
	Mayobaetis sp.	x						
	Zelusia sp.	x	x	x		x		
	Nanomis sp.	x	x	x	x	x		
	Andesiops sp.	x	x	x	x	x	x	
	Thraulodes sp.	x	x	x		x		
	Lachlania sp.	x						
Odonata	Gomphidae	sp.1	x					
		sp.2					x	
Coleoptera	Elmidae	Macrelmis sp.	x	x	x	x		
		Heterelmis sp.	x		x	x	x	
		Austrolimnius sp.	x	x	x			
		Onychelmis sp.	x					
		Neelmis sp.	x			x		
		Hexacylloepus sp.	x	x	x		x	
		Phanocerus sp.1	x		x		x	
		Phanoceroidea sp.1	x				x	
		Phanoceroidea sp.2	x		x		x	
		Stenelmis sp.			x		x	
		Disersus sp.	x	x	x	x		
		Pseudodisersus sp.	x		x			
		Psephenidae	Pheneps sp.	x		x	x	
	Scirtidae	Elodes sp.	x					
		Scirtes sp.	x			x		
	Ptilodactylidae	Anchytarsus sp.	x					
		Tetraglossa sp.	x	x	x	x		
	Hydrophiloidea	Phaenonotum sp.	x					
		Anacroneuria sp.	x	x	x	x	x	
	Plecoptera	Perlidae						
Megaloptera	Corydalidae	Corydalus sp.			x	x		
Trichoptera	Hydroptilidae	Neotrichia sp.	x	x				
		Ceratotrichia sp.			x			
		Anchitrichia sp.			x			
		Ochrotrichia sp.	x		x	x	x	
		Alisotrichia sp.1	x		x	x	x	
		Alisotrichia sp.2			x		x	
		Alisotrichia sp.3					x	
		sp.1	x			x		
		sp.2	x					
		sp.3	x	x	x		x	
	Dibusa sp.	x						
	Leptoceridae	Grumichella sp.1	x	x		x	x	
		Grumichella sp.2	x		x			
		Nectopsyche sp.1	x	x				
		Brachicetodes sp.	x	x	x			
		Triplectides sp.	x					
		Atanatolica sp.	x	x	x			
		Oecetis sp.	x					
	Hydropsychidae	Smicridea sp.1	x				x	
		Smicridea sp.2	x		x	x	x	
Smicridea sp.3		x	x	x		x		
Leptonema sp.1				x	x	x		
Leptonema sp.2		x		x	x	x		
Leptonema sp.3				x				
...								

Continua Tabla N° 3.

Clase/ Orden	Familia	Taxones	Zona alta		Zona media		Zona baja	
			Piedra	Arena	Piedra	Arena	Piedra	Arena
...	Glossosomatidae	Mortoniella sp.	x	x	x	x	x	
		Culoptila sp.1	x		x		x	
Diptera	Anomalopsychidae	Culoptila sp.2	x	x				
		Contulma sp.	x	x				
	Calamoceratidae	Phylloicus sp.	x	x	x	x		
	Helicopsychidae	Helicopsyche sp.	x		x	x	x	
	Philopotamidae	Chimarra sp.	x				x	
	Odontoceridae	Marilia sp.	x		x			
		Anastomoneura sp.	x	x				
	Polycentropodidae	Polycentropus sp.	x		x		x	
		Certonina sp.			x	x		
	Xiphocentronidae	Xiphocentron sp.	x		x	x	x	
	Sericostomatidae	Grumicha sp.	x	x	x	x	x	
	Hydrobiosidae	Atopsyche sp.	x	x	x	x	x	
	Blephariceridae	Limonicola sp.1	x		x			
		Limonicola sp.2			x			
	Ceratopogonidae	Paltostoma sp.			x	x		
		Alluaudomyia sp.	x	x				
	Chironomidae	Atrichopogon sp.1	x	x				
		Atrichopogon sp.2	x					
		Atrichopogon sp.3	x				x	
		Atrichopogon sp.4	x					
Forcipomyia sp.		x						
Chironomidae	Podonominae							
	Podonomus sp.	x	x	x	x	x		
	Podonomopsis sp.	x	x	x		x		
	Tanypodinae							
	sp.1	x	x		x	x	x	
	sp.2	x	x	x	x	x	x	
Chironomidae	sp.3	x	x	x	x	x		
	Chironominae							
	Rheotanytarsus sp.	x	x	x	x	x		
	Orthoclaadiinae							
	Cricotopus sp.	x	x	x	x	x	x	
	Simuliidae	Simulium sp.	x	x	x	x	x	x
	Empididae	Chelifera sp.	x	x	x	x	x	
		Neoplasta sp.	x		x	x		x
	Psychodidae	Maruina sp.	x		x	x	x	
		Telmatoscopus sp.	x	x			x	
Dixidae	Psychoda sp.	x						
	Dixella sp.	x		x				
Tipulidae	Limonia sp.	x		x		x		
	Pseudolimnophila sp.	x						
	Megistocera sp.	x	x		x			
	Tipula sp.	x		x				
	Molophilus sp.		x		x			
	Hexatoma sp.		x		x			
	sp.1	x						
Stratiomyidae	Limnophora sp.				x			
Muscidae	sp.1	x						
Ephidridae	sp.1	x						
	Thaumatocera sp.	x						
Thaumalidae	sp.1	x						
	Entomobryidae	sp.1		x				
Collembola	sp.2	x						
	Hypogastrudidae	sp.1				x		
Acari/Acarina	Acaridae	sp. 1	x		x		x	
		sp. 2			x		x	
		sp. 3			x			
		sp. 4					x	
		sp. 5					x	
		sp. 6				x	x	
		sp. 7				x		
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.			x			
		sp.1			x			
Isopoda								
			93	46	64	45	53	9

la cuenca media, 77 (de 32 familias y 10 órdenes); y en la cuenca baja, 55 (de 27 familias y 10 órdenes) evidenciando que algunos taxones se compartieron entre las diferentes zonas. El método de colecta por sustrato de piedra tuvo más taxones colectados (113 taxones de 44 familias y 13 órdenes), en comparación con el aplicado en arena (52 taxones de 27 familias y 9 órdenes). El índice ACE estimado aumentó en todos los muestreos (tabla N° 2, figura N° 2). Sin embargo, el sustrato de piedra siempre presentó mayor número de taxones esperados que el sustrato de arena y fue

mayor en la cuenca alta en comparación con la media y baja (tabla N° 3).

### Riqueza media de familias y taxones

La figura N° 3 muestra la riqueza de las familias y taxones identificados en la investigación. La riqueza media de familias de macroinvertebrados fue mayor en la cuenca alta que en la media y la baja ( $F=70.54$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 3a). Asimismo, la misma variable fue mayor al utilizar el sustrato de piedra

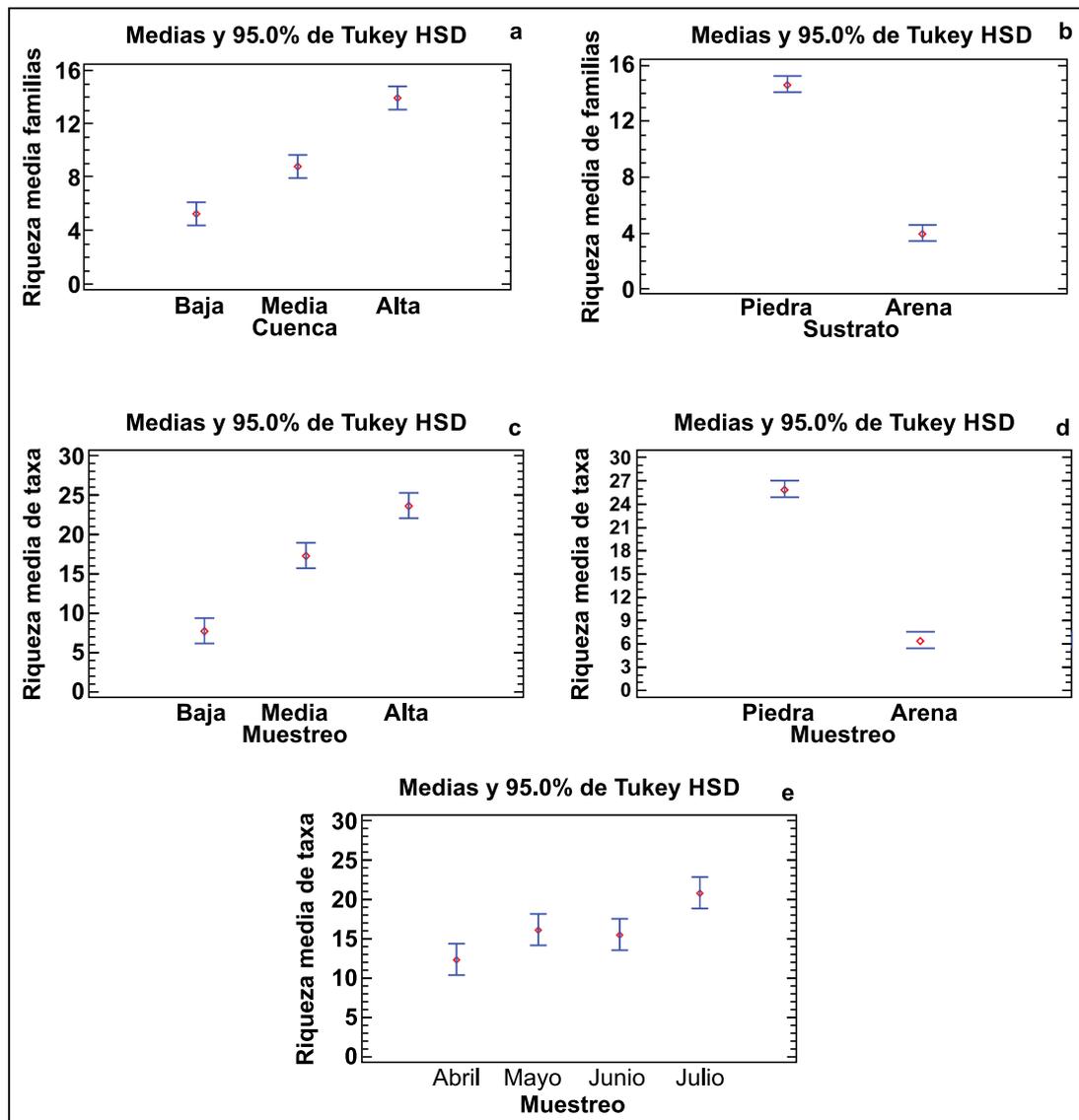


Figura N° 3: Medias e intervalos de confianza de Tukey al 95%: a. Riqueza de familias vs. cuenca; b. riqueza de familias vs. sustrato; c. riqueza de taxones vs. cuenca, d. riqueza de taxones vs. sustrato; e. riqueza de taxones vs. Muestreo.

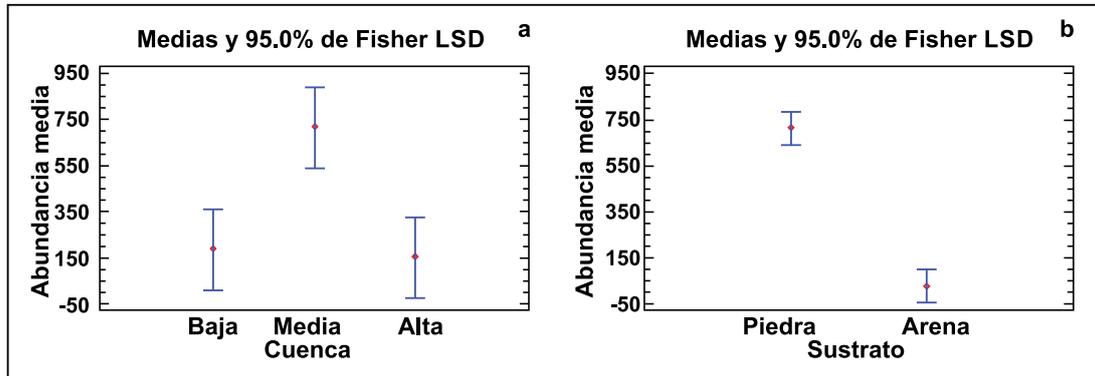


Figura N° 4: Medias e intervalos de confianza de Tukey al 95%: a. abundancia de macroinvertebrados vs. cuenca; b. abundancia de macroinvertebrados vs. sustrato.

que el de arena ( $F=326,98$ ;  $gl=1,71$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 3b). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas para la misma variable entre los muestreos realizados ( $F=1,22$   $gl=3,72$ ;  $P=0,0001$ ).

La riqueza media de taxones de macroinvertebrados fue mayor en la cuenca alta que en la cuenca media y la baja ( $F=75,02$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 3c). Esta riqueza además fue mayor en el sustrato de piedra que en el de arena ( $F=318,64$ ;  $gl=1,71$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 3d). Por último, la misma variable mostró diferencias significativas para el caso de los muestreos ( $F=10,06$ ;  $gl=3,72$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 3e).

## Abundancia media de macroinvertebrados

La abundancia media de macroinvertebrados fue mayor en la cuenca media que en la cuenca alta y la baja ( $F=6,68$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0026$ ) (figura N° 4a); además, la misma variable fue significativamente mayor en el sustrato de piedra que en el de arena ( $F=91,31$ ;  $gl=1,71$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 4b).

## Índice Biótico Andino (IBA) y Índice de Estado Ecológico (ECOSTRIAND)

El puntaje medio mayor del IBA se obtuvo en la cuenca alta (177,5), y en la cuenca media y baja se obtuvieron puntajes de

135 y 80,3, respectivamente. Pese a esta diferencia, las 3 cuencas se encuentran dentro del rango de "Muy buena calidad" según el IBA. Sin embargo, al combinar los índices QBR-And y el IBA, el índice ECOSTRIAND mostró una disminución de "Muy bueno" a "Regular" desde las zonas de la cuenca alta y media hacia la baja. La tabla N° 4 muestra la presencia de familias bioindicadoras, según el IBA, encontradas en la microcuenca San Alberto.

## Composición y estructura de macroinvertebrados

Los órdenes más abundantes de la cuenca alta fueron Trichoptera (49,88%) y Ephemeroptera (28,58%), con un 31,13% de la familia Leptoceridae. El 25,58% estuvo representada por la familia Baetidae. Otras familias presentes en la cuenca alta fueron Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Psephenidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Glossosomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae y Sericostomatidae.

En la cuenca media, en cambio, los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera (53,53%) y Diptera (41,12%), y las familias más abundantes estuvieron representadas por Baetidae (53,44%), Chironomidae (31,01%) y Simuliidae (9,01%). En el caso de la cuenca baja, los órdenes con poblaciones más abundantes también fueron Ephemeroptera (53,53%) y Diptera (41,12%), y las familias más abundantes, estuvieron dominadas por Baetidae (55,80%) y Chironomidae (35,75%).

Tabla N° 4: Lista de bioindicadores de la calidad de agua y su puntuación IBA de la microcuenca San Alberto.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Valor IBA	
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	5	
		Lepidoptera	Pyralidae	4	
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	7	
			Baetidae	4	
			Leptophlebiidae	10	
			Oligoneuriidae	10	
		Odonata	Gomphidae	8	
			Elmidae	5	
			Psephenidae	5	
		Coleoptera	Scirtidae	5	
			Ptilodactylidae	5	
			Hydrophiloidea	3	
			Plecoptera	Perlidae	10
		Trichoptera	Hydroptilidae	6	
			Leptoceridae	8	
			Hydropsychidae	5	
			Glossosomatidae	7	
			Anomalopsychidae	10	
			Calamoceratidae	10	
			Helicopsychidae	10	
			Philopotamidae	8	
			Odontoceridae	10	
			Polycentropodidae	8	
			Xiphocentronidae	8	
			Hydrobiosidae	8	
			Blephariceridae	10	
			Ceratopogonidae	4	
			Chironomidae	2	
			Simuliidae	5	
			Empididae	4	
			Diptera	Psychodidae	3
				Dixidae	4
Tipulidae	5				
Stratiomyidae	4				
Muscidae	2				
Ephidridae	2				
Arachnoidea	Acari	Acaridae		4	
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	6		

### Parámetros físicoquímicos

Los valores medios de pH fueron mayores en la cuenca alta que en la media y la baja ( $F=63,24$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ). Por otro lado, los valores medios de temperatura variaron en cada zona de la cuenca y los valores fueron más bajos en la cuenca alta en comparación con la cuenca media y la

baja ( $F=2968,32$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ). Los valores medios de concentración de oxígeno disuelto fueron mayores en la zona baja en comparación con la zona alta y media que no muestran mayores diferencias entre sí ( $F=64,76$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ). Además, la concentración de oxígeno disuelto presentó un pico en mayo para luego disminuir en los meses de junio

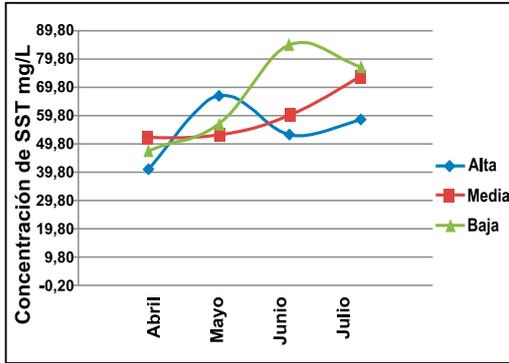


Figura N° 5: Concentración de SST durante las cuatro fechas evaluadas.

y julio ( $F=174,61$ ;  $gl=3,71$ ;  $P=0,0001$ ).

Los valores medios de conductividad eléctrica fueron mayores en la zona alta en comparación con la zona baja y la zona media respectivamente ( $F=169,34$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ). Asimismo, se observó un pico medio de conductividad eléctrica en abril en comparación con los otros muestreos realizados ( $F=74,51$ ;  $gl=3,71$ ;  $P=0,0001$ ). Los valores medios de sólidos totales disueltos (STD) fueron mayores en la cuenca baja que en la cuenca alta y la media ( $F=488,43$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ). Con respecto a cada muestreo, los valores medios de sales solubles totales (SST) mostraron notables diferencias específicamente en julio que tuvo los valores más altos en comparación con las demás muestras; los meses de mayo y junio no variaron entre ellos ( $F=91,70$ ;  $gl=3,71$ ;  $P=0,0001$ ) (figura N° 5). Por último, la turbidez fue mayor en la zona baja en comparación con la media y la alta que presentó los menores valores medios ( $F=112,58$ ;  $gl=2,71$ ;  $P=0,0001$ ).

### Metales en el agua

Los metales plomo, cadmio, manganeso y cromo no fueron detectados durante el período de investigación en ningún punto de muestreo. Los valores de hierro más altos fueron obtenidos en la cuenca media, llegando hasta 0,29 mg/L en junio. Valores de zinc se detectaron solo en la cuenca media en abril y en la cuenca baja en mayo. Además se registró 0,09 mg/L de cobre solo en la cuenca baja en mayo.

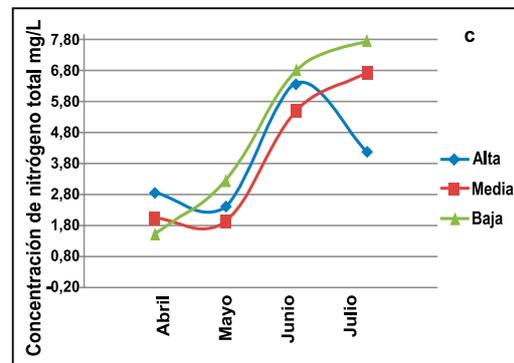
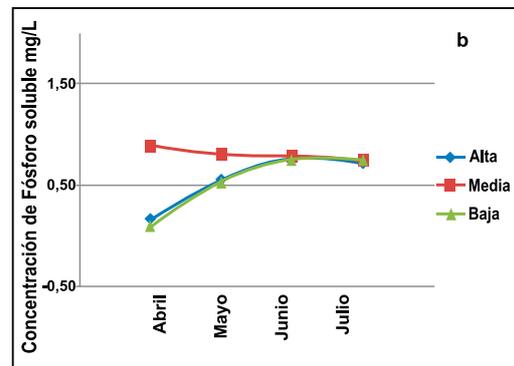
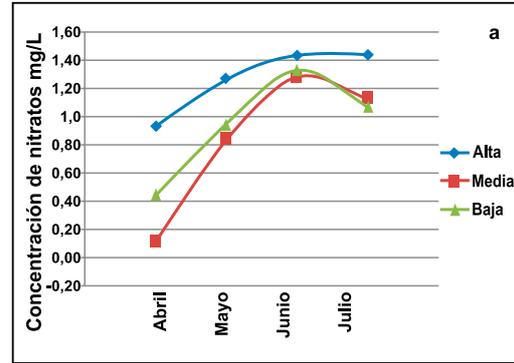


Figura N° 6: Concentración de nutrientes en la cuencas alta, media y baja en las cuatro fechas evaluadas: a. nitratos; b. fósforo; c. nitrógeno total.

### Nutrientes en el agua

La figura N° 6 muestra las concentraciones de los nutrientes en el agua de las 3 zonas muestreadas durante el periodo de investigación. Las concentraciones de nitratos se incrementan durante los tres primeros meses en las tres zonas de muestreo (figura N° 5a). Los valores más altos se mantienen en la cuenca alta con valores que van desde los 0,93 mg/L (abril) hasta los 1,44 mg/L (junio). Los valores de

fósforo en la cuenca media se mantuvieron estables, mientras que en las cuencas alta y baja se mostro un ligero incremento a través del tiempo. La zona media presentó los valores más altos de fósforo soluble en el período de investigación, registrándose en abril el mayor valor, con 0,8 mg/L; en tanto que los valores obtenidos en las cuencas alta y baja fueron muy similares (figura N° 5b). Los valores de concentración de nitrógeno total a través del tiempo en las cuencas media y baja, presentaron un aumento sostenido hacia el final del estudio, excepto en el último muestreo de la zona alta cuando los valores bajaron nuevamente (figura N° 6c).

## DISCUSIÓN

La heterogeneidad del hábitat fluvial es uno de los principales factores de influencia de la riqueza de especies de invertebrados acuáticos (16,17). El valor alto del índice IHF para la cuenca alta indica que el hábitat fluvial alberga una comunidad de macroinvertebrados diversa, pues el hábitat proporciona fuente de alimento y suministra espacio físico para las especies. La disminución de los valores del IHF y QBR-And de las cuencas, se debe principalmente a la presencia del PNYCh en la parte alta, la misma que está protegida y preservada por las normas del Estado y a la existencia de disturbios antrópicos en la parte media y baja tales como la deforestación, la presencia de monocultivos, el arrojamiento de residuos sólidos, desagües y la presencia de pastizales adyacentes. Esto coincide con los diseñadores de los índices, que afirman que ambos índices están estrechamente relacionados y mientras más altos son los valores QBR-And, mayores son los datos obtenidos con el IHF (4). Así pues, la vegetación riparia y la fauna bentónica se encuentran influenciadas directamente por las características físicas del cauce (geomorfología, velocidad de la corriente, tiempo de retención y tipo de sustrato) (18).

De acuerdo con los resultados, si bien los valores del IBA estimados disminuyeron al descender desde la parte alta de la cuenca a la baja, estos cambios no fueron lo suficientemente fuertes como para cambiar de rango de calidad y resultar en una menor calidad de agua. Sin embargo, de acuerdo al índice ECOSTRIAND, la calidad ecológica sí fue afectada por el cambio en las condiciones de la vegetación ribereña, al disminuir la categoría de muy bueno a regular. La presencia de las familias con puntuación 10 solo en la cuenca alta (Oligoneuridae [Ephemeroptera] representado por *Lachlania* sp., y Anomalopsychidae [Trichoptera] representado por *Contulma* sp.), indica que las aguas de esta zona de muestreo son muy limpias; además, al presentar gran diversidad de macroinvertebrados con puntuaciones altas, se sugiere su alta calidad biológica y su capacidad de albergar diversa fauna acuática. Una abundancia mucho mayor para los chironómidos y simúlidos (dípteros) en las zonas media y baja expresa que estas áreas de muestreo están expuestas a cierto grado de contaminación que puede provenir de fuentes antrópicas.

Las condiciones abióticas, las interacciones biológicas, la heterogeneidad ambiental y el microhábitat son factores que explican las comunidades presentes en un lugar determinado (19). Sitios no alterados por la actividad antrópica presentarían una abundante riqueza y diversidad taxonómica, principalmente de insectos de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (1). La vegetación ribereña abundante y conservada de la cabecera de la microcuenca, proporciona al río mayor cantidad de hábitats, fuentes de alimentación y refugio. Esto coincide con lo observado en la microcuenca San Alberto, debido a que en la zona alta se beneficia el desarrollo de una riqueza de taxones y familias de macroinvertebrados bentónicos mayor que en zonas con menor presencia de detritos (20,21).

En cambio, en aquellos lugares donde sí existe una importante actividad antrópica,

presentarían una menor riqueza y diversidad taxonómica y generalmente la comunidad quedaría representada por algunos dípteros, coleópteros, gusanos oligoquetos, moluscos, entre otros (1). En este caso, la mayor abundancia de macroinvertebrados en las zonas media y baja de la cuenca que estuvo representada por los ephemerópteros (Baetodes) y dípteros (chironómidos y simúlidos), podría ser causada por el incremento en la concentración de nutrientes, probablemente de los fertilizantes.

Los valores esperados del índice ACE en comparación con lo observado en los muestreos, indican que sería necesario realizar más muestreos para registrar algunos taxones raros que no se han colectado en este estudio. Sin embargo, los índices para el sustrato de piedra siempre aumentaron más que en el caso de la arena.

La estructura y composición del macrozoobentos se encuentra estrechamente relacionada con la costa del río, en términos de ingreso de energía la cual determina los cambios en el balance entre la heterotrofia y autotrofia en el continuo longitudinal del río que condiciona la dominancia de diferentes macroinvertebrados (22). La presencia de materia orgánica favorece la presencia de organismos desmenuzadores y colectores (23). A medida que aumenta su número de orden, el río se hace más ancho y profundo, el caudal aumenta y la velocidad de la corriente se hace más lenta, los sedimentos se acumulan en el fondo y la producción vegetal disminuye dando una vuelta gradual a la heterotrofia. La fuente de energía deriva del material particulado fino la cual es usada por colectores de depósito y sedimentívoros que son en este caso la comunidad dominante (23). Esto condice con que en la cuenca alta se registraron tricópteros, efemerópteros y dípteros como grupos dominantes (desmenuzadores), mientras que en las cuencas media y baja los tricópteros y los colectores disminuyeron al alejarse de la cabecera de la microcuenca.

Los macroinvertebrados bentónicos

mantienen relación directa con el sustrato y la riqueza de especies, familias y abundancia de macroinvertebrados (24) y lo utilizan para desplazarse, refugiarse o alimentarse, por lo que un cambio en la composición del mismo conlleva cambios más o menos drásticos en la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados (25).

De acuerdo con este estudio, el sustrato piedra proporciona mayores opciones de desarrollo a los macroinvertebrados que el sustrato arena. Los fondos arenosos albergan pocas especies, con pocos individuos por especie. Los fondos pedregosos suelen ser más ricos, en especial cuando las rocas son grandes y finalmente cuando hay vegetación la fauna es aún más diversa y difiere considerablemente de la fauna de otros sustratos (24). Del mismo modo, se afirma que las gravas y guijarros son los sustratos más densamente colonizados en todos los ecosistemas acuáticos (26). Esto coincide con lo observado en el presente estudio, en el cual las diferencias entre las variables biológicas (biodiversidad, composición y estructura) asociadas al sustrato fueron evidentes en la investigación donde la cuenca alta estuvo compuesta en mayor grado por bloques y piedras (con mayor riqueza de taxones), mientras que la zona baja, por cantos, grava y arena (con menor riqueza de taxones).

Las diversas actividades antrópicas pueden afectar a los cursos de agua generando cambios drásticos en las comunidades de macroinvertebrados (27). La diferencia de pH podría deberse a la contaminación por residuos orgánicos e inorgánicos domésticos y productos agrícolas introducidos al medio acuático en las cuencas media y baja. La diferencia de temperatura está ligada directamente a la altitud de la zona. La gradiente altitudinal del PNYCh y la abundante vegetación ribereña de la cuenca alta proporciona mayor sombra al río, impidiendo que la temperatura aumente. Por otro lado, la variación del % de oxígeno disuelto se debería a la mayor concentración de nitratos y sales solubles totales que agotan el oxígeno del agua en

sus procesos químicos. Sin embargo, en los tres puntos de muestreo la concentración de oxígeno se mantuvo por los valores óptimos para este tipo de ambientes.

La diferencia de conductividad eléctrica de las cuencas evaluadas se basa en sus respectivas concentraciones de sólidos totales disueltos y de sales solubles totales, por lo que un aumento de conductividad se debe a un aumento de las variables (6, 28). Un aumento de la conductividad eléctrica en la zona baja, disminuye significativamente la riqueza de taxones y familia de macroinvertebrados bentónicos, excepto para algunos grupos que se benefician con los sólidos en suspensión tales como los chironómidos y simúlidos (29). Los simúlidos se han especializado en la explotación de partículas en suspensión en el agua, para lo cual utilizan estructuras cefálicas y secreciones (30) y remueven partículas transportadas a lo largo del río, concentrándolas en forma de heces y dejándolas disponibles a otros grupos de organismos. En el presente estudio, la gran abundancia de chironómidos en las cuencas media y baja ha sido favorecida por el aumento de partículas en suspensión, coincidiendo con un aumento de áreas ribereñas desprotegidas y sin vegetación original.

Por su parte, la diferencia entre los valores de turbidez en las zonas de muestreo de las tres zonas de la cuenca, fue probablemente causada por la actividad con maquinaria pesada aguas arriba de la parte baja, que provoca la remoción y arrastre de sedimentos. Además, la poca cobertura boscosa que caracteriza la zona baja por actividades agrícolas, de deforestación y ganadería, hace que el suelo se erosione con las lluvias y al no haber estabilidad adecuada en las orillas del río, permite que los sedimentos lleguen al mismo (3).

Los nitratos, fósforo soluble y nitrógeno total aumentan en el tiempo, posiblemente debido a la menor dilución de los nutrientes en la época seca (31) aunque los agricultores pueden haber usado más fertilizantes al final del presente estudio. La mayor cantidad de

nitratos en la cuenca alta puede deberse a la mayor materia orgánica descompuesta (hojarasca, troncos, ramas y raíces) de los bosques de ribera conservados. En épocas seca y en ambientes no contaminados, se deberían registrar concentraciones de fósforo entre 0.05 y 0.1 mg/L (30). En la zona media hay una fuente adicional de fósforo posiblemente humana por el uso de fertilizantes agrícolas (para cultivos de granadilla), perturbación del suelo y desechos animales.

Las principales conclusiones establecidas son:

- La calidad del hábitat fluvial y de la vegetación de ribera estuvo estrechamente relacionada con la actividad antrópica dentro y fuera del PNYCh.
- La vegetación ribereña de la cuenca alta, dentro del PNYCh, es considerada de "calidad muy buena"; la vegetación de ribera de la cuenca media, de "calidad buena", y de la cuenca baja, de "calidad mala", con diversos grados de perturbación.
- El índice biótico andino mostró que la calidad del agua en la cuenca alta, media y baja fue "muy buena", pero al combinarse con el QBR-And y aplicar el índice ECOSTRIAND, la cuenca alta y media obtuvieron un estado ecológico del río "muy bueno" mientras que la cuenca baja cambió a un estado ecológico "regular".
- Los grupos más intolerantes a la contaminación se registraron principalmente y en mayor abundancia en la cuenca alta (*Leptophlebiidae*, *Oligoneuriidae*, *Perlidae*, *Anomalopsychidae*, *Calamoceratidae*, *Helicopsychidae*, *Odontoceridae*, *Blephariceridae*). Los grupos tolerantes de *Chironomidae* y *Baetidae* dominaron las cuencas media y baja, que se caracterizan por ser lugares perturbados.
- La cuenca alta presenta mayor heterogeneidad y fuente de alimentación

y refugio para el adecuado desarrollo de macroinvertebrados bentónicos.

- La riqueza total de taxones de macroinvertebrados bentónicos estuvo condicionada por la zona de la microcuenca de San Alberto. Tal riqueza fue mayor en la parte alta que en la media y la baja. La vegetación ribereña más conservada y de mejor calidad de hábitat fluvial también ocurrió en la cuenca alta, mientras que las cuencas media y baja fueron afectadas por perturbaciones humanas.
- La abundancia total de macroinvertebrados fue mayor en la cuenca media, probablemente por una mayor concentración de nutrientes provenientes de la aplicación de fertilizantes.
- El método de colecta por sustrato de piedra fue el que permitió coleccionar mayor cantidad de taxones que el método por sustrato de arena.
- Este estudio permitió aplicar cuatro índices y plantea un inicio para el uso de los mismos en zonas cercanas para evaluar la calidad de agua y hábitat en la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jara C. Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas ritrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile [tesis]. Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias; 2002.
2. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Plan Maestro 2005 – 2009, Parque Nacional Yanachaga Chemillén. Lima: INRENA, Intendencia de Áreas Naturales Protegidas; 2005.
3. Roldán G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. 1ª ed. Colombia: Universidad de Antioquia; 2003.
4. Acosta R, Ríos B, Rieradevall M, Prat N. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnética*. 2009; 28 1: 35-64.
5. Metcalfe JL. Biological water-quality assessment of rivers: use of macroinvertebrate communities. En: C. Peter & E.P. Jeffrey, editors. *The River Handbook: hydrological and ecological principles*. Oxford: Blackwell Scientific Publications Press; 1994. p. 145-170.
6. Roldán G. Los Macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact*. 1999; 23(88): 375-387.
7. Neumann M, Liess M, Ralf S. An expert system to estimate the pesticide contamination of small streams using benthic macroinvertebrates as bioindicators. *Knowledge base of limnology. Ecological indicators*; 2003.
8. United States Environmental Protection Agency. *Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria: Technical Guidance Document*. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2003.
9. Catchpole D. The ecology of vascular epiphytes on a Ficus L. host (Moraceae) in a Peruvian cloud forest [dissertation]. Australia: University of Tasmania, School of Geography and Environmental Studies; 2004.
10. Holdridge LR. *Life zone ecology*. San José: CR. Tropical. Science. Center; 1967.
11. Quispe A, Tello J. *Especies forestales de uso múltiple de los bosques de neblina en el nororiente del Perú*. 1ª ed. Lima: Fondebosque; 2001.
12. Pardo I, Álvarez M, Moreno JL, Vivas S, Bonada N, et al. El hábitat de los ríos Mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética*. 2002; 21(3-4): 115-134.
13. Roldán G. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. 1ª ed. Colombia: Fondo FEN Conciencias,

- Universidad de Antioquia; 1988.
14. Merritt RW, Cummins KW, Berg MB. An Introduction to the aquatic insect of North America. Fourth edition. USA: Kendall/Hunt publishing company; 2008.
  15. Domínguez E, Fernández HR. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. 1<sup>º</sup> ed. Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2009.
  16. Voelz NJ, McArthur JV. An exploration of factors influencing lotic insect species richness. *Biodiversity and Conservation*. 2000; 9:1543-1570.
  17. Gregory SV, Swanson FJ, McKee WA, Cummins KW. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*. 1991; 41, 540-551.
  18. Márquez EJ, Fariñas MR, Briceño B, Rada FJ. Dsitribution of grasses along an altitudinal gradient in a Venezuelan paramo. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 2001; 77: 649-660.
  19. Poof NL. Landscape filters and species traits: toward mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *J N AM BENTHOL SOC.* 1997; 16(2): 391-409.
  20. Siccama TG, Borman FH, Likens GE. The Hubbard Brook Ecosystem Study: Productivity, Nutrients, and Phytosociology of the Herbaceous layer. *Ecological Monographs*. 1970; 40: 389-402.
  21. Covich AP. Geographical and historical comparisons of neotropical streams – biotic diversity and detrital processing in highly variable habitats. *J N AM BENTHOL SOC.* 1988; 7:361-386.
  22. Cummnig K, Klug J. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annu. Rev. Ecol. Syst.,* 1979; 10: 147-172.
  23. Vannote R, Minshall G, Cummins K, Sedell R, Cushing C. The River Continuum concept. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 1980; 37: 130-137.
  24. Rivera R. Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los andes venezolanos [tesis]. Merida: Universidad de los Andes; 2004.
  25. Álvarez M. Estudio de la variabilidad espacio-temporal de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas fluviales de Cantabria. Repercusiones para la aplicación de la directiva macro del agua [tesis doctoral]. Santander: Universidad de Cantabria, Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente; 2009.
  26. Hynes HB. The ecology of running waters. 1<sup>º</sup> ed. Toronto: University of Toronto Press; 1970.
  27. Ortiz JD, Marti E, Puig MA. Recovery of the macroinvertebrate community below a wastewater treatment plant input in a Mediterranean stream. *Hydrobiologia*. 2005; 545: 289-302.
  28. Calderón J. Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada el Carracá del municipio de los Santos [tesis doctoral]. Santander: Universidad Industrial de Santander; 2004.
  29. Callisto M, Moreno M, Barbosa F. Hábitat Diversity and Benthic Functional Trophic Groups at Serra Do Cipó Southeast Brazil. *Revista Brasil. Biol.* 1999; 61(2): 259- 266.
  30. Margalef R. *Limnología*. 1<sup>º</sup> ed. Barcelona: Omega; 1983.
  31. Gibbs RJ. Mechanisms controlling world water chemistry. *Science*. 1970; 170:1088-1090.

# La problemática de los incendios forestales y bases para su teledetección en el Perú

## The problem of forest fires and the basis for its teledetection in Perú

Pamela Lucero Sabuco Cárdenas<sup>1</sup>  
Universidad Continental

### INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales se han convertido en un problema ambiental de gran relevancia y gravedad en las últimas décadas, dicho problema se presenta a nivel mundial sobre todo en los países con grandes extensiones de áreas forestales. En América del Sur entre 1998 y 1999, se perdieron un total de 9,4 millones de hectáreas de bosques tropicales a consecuencia de incendios forestales, registrándose alrededor de 219 000 incendios y quemas en Sudamérica (1). A nivel nacional, no estamos fuera de este problema; el estado peruano es uno de los países con gran incidencia de incendios forestales, debido a que presenta grandes áreas forestales, pero que en los últimos años hubo un incremento en la pérdida de estas áreas, ello relacionado con el crecimiento de actividades socioeconómicas. Solo en el año 2011 hubo un reporte de 26 casos de incendios forestales, esta cifra parecería insignificante, pero cabe aclarar que este número de incendios forestales solo es el reporte de incendios forestales atendidos o de gran magnitud, lo que no representa menos del 25% de todos los incendios ocurridos, es por ello que el problema de los incendios forestales ha llevado a aumentar el interés y preocupación nacional e internacional asociado con el cambio del clima y con la pérdida de biodiversidad que son temas de interés en diversas convenciones y conferencias internacionales.

Diversas investigaciones afirman que el 99% de las causas de los incendios es de origen humano. Estos incendios están relacionados principalmente



Pamela Sabuco

pame\_lusc@hotmail.com

con prácticas agrícolas, apertura de nuevos asentamientos rurales, limpia de cultivos, ganadería intensiva, la expansión de las fronteras agrícolas y la conversión de tierras (1). Otro motivo de menor relevancia, son los incendios ocasionados por los cazadores que utilizan este método para movilizar las presas, principalmente en las áreas de conservación (1).

El estudio de los incendios forestales recae en la importancia de sus efectos, si bien los incendios forestales tienen beneficios dentro de los ecosistemas, como la reducción de combustibles (pastos, hojarasca, hierbas, etc.), regulación de poblaciones, rebrote de pasto que sirve para la alimentación de los ganados y la fauna silvestre; después que ocurre un incendio

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental de la Universidad Continental.

forestal; es preocupante los efectos negativos tanto económicos, ambientales y de salud que causan. La ocurrencia de los incendios forestales se ha alterado, debido a factores socio económicos y climáticos, generándose una tendencia al aumento de los incendios ocurridos en las últimas décadas (2). Si bien los incendios forestales no siempre han sido como son hoy, hubo épocas en que fueron más intensos y severos que cualquier incendio en la historia de la humanidad, pero también hubo tiempos en los que su presencia fue mínima y en moderadas intensidades (3). Cada incendio "se comporta", es decir, evoluciona o progresa de forma distinta porque se desarrolla en un ambiente diferente. Además para la gestión, protección o restauración de las áreas afectadas por incendios forestales, supone una cuantificación de superficie, frecuencia, intensidad, severidad, extensión, distribución, estacionalidad de los incendios que requiere información de su localización, y que se logra con empleo de la teledetección, lo que requiere investigaciones a profundidad entorno a este problema.

## Efectos de los incendios forestales

### Perdidas económicas

Los incendios forestales generan gran impacto económico en el sector público y privado esto se manifiesta a una escala nacional que está ligado con la pérdida de productos forestales, de servicios, y los costos post-incendios como: costos de reforestación, de rehabilitación, incluidos suelos, ríos, etcétera; valores ecológicos, históricos, políticos, escénicos, y los costos del combate de incendios, que incluyen al personal y los recursos materiales. Pero la evaluación de las pérdidas económicas no es tan simple, requiere establecer valores económicos a la propiedad, los bienes y los servicios de las áreas forestales.

### Efectos en las cuencas hidrográficas

Estos efectos van a depender a factores como la intensidad del incendio forestal,

proporción del área quemada, distancia entre el área en la que ocurre el incendio forestal y la ubicación de la fuente de agua. En base a ello los efectos son: aumento de la escorrentía superficial que puede causar un aumento en la erosión, inundaciones, depósito de sedimentos; que conduce a la turbiedad, y contaminación de los ríos, (4) riesgo de inundaciones y de aterramientos muy superior al de las cuencas no quemadas (2). Disminución del tamaño de las gotas como la modificación en la estructura térmica de la atmósfera, llevan a una disminución de las precipitaciones en las regiones afectadas por aerosoles, una situación observada tanto en zonas afectadas por contaminación por quema de biomasa como por contaminación urbana. Por otra parte estos mismos efectos producen que, en los casos en los que se llegan a formar nubes precipitantes en regiones contaminadas, estas se producen a mayor altura y son mucho más violentas (1) todos estos efectos conducen a la alteración del ciclo hidrológico.

### Contaminación atmosférica

Esta es una de las consecuencias de mayor impacto y preocupación. Más del 50% de emisiones en nuestro país proviene de la quema y deforestación de bosques (3). Las emisiones incluyen: gases de efecto invernadero como, 40% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 16% de metano (CH<sub>4</sub>) y 30% de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de las emisiones antropogénicas totales. Gases como el monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), monóxido y dióxido de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub>) son precursores de ozono troposférico. También se emiten gases que afectan el ozono estratosférico como el cloruro y bromuro de metilo (CH<sub>3</sub>Cl, CH<sub>3</sub>Br) (3). Además compuestos orgánicos persistentes como dioxinas y furanos (1,3). Los aerosoles liberados contienen elementos metálicos producidos por el calentamiento de la vegetación y los suelos (14). Sus emisiones contribuyen a inyectar a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero y por tanto al aumento de la temperatura media del planeta. Gases como el CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>,

HCN y aerosoles provocan alteraciones en el balance radiactivo de la tierra, (3) toda la alteración de la química atmosférica conlleva a variaciones en el albedo y la alteración del clima.

### Efectos en la agricultura

Ocasionalmente ocasionan pérdidas importantes a granjeros y la comunidad local, dichos efectos son: Destrucción de equipos, maquinaria e instalaciones dañados por los incendios, muerte de animales domésticos (caballos, ganado caprino y vacuno), aparición de plagas y enfermedades en los bosques debilitados por los incendios forestales (5). Los incendios forestales disminuyen la producción y causan la mortalidad de especies de productos forestales no maderables importantes como las frutas, árboles medicinales y otros. Además afectan a los pequeños y grandes agricultores y ganaderos; por la quema de infraestructura tales como cercas, edificios y equipo, dando lugar a la reducción de capacidad de producción (6).

### Efectos sobre la biodiversidad

Los efectos en la biodiversidad son: Pérdida de la flora asociada al bosque, muchas veces formaciones vegetales primarias, afectaciones a la fauna y la muerte de numerosas especies autóctonas (2). Aumento de la vulnerabilidad de los bosques a los incendios recurrentes y los cambios en la composición del bosque y de la disponibilidad de frutos (6); que conlleva a la disminución de las especies de alimentación frugívora. Reducción de la tasa de crecimiento de los bosques supervivientes. La disminución de las áreas boscosas favorece el aumento de la radiación solar entrante, seca el interior del bosque, genera el aumento de la cantidad de material muerto y más capas de combustible en el suelo. Además cambios de la composición florística del bosque o comunidad vegetal, no proliferación de las especies exóticas zonas quemadas y destrucción de los paisajes naturales; reduciendo el valor recreativo del bosque (5).

Por otro lado, la actividad de la fauna disminuye drásticamente tras un incendio. Las aves nidificantes se eligen a menudo como indicadores de las consecuencias del fuego sobre la fauna (2). Los grupos más afectados son probablemente los reptiles, mientras que los animales terrestres con movilidad reducida están heridos o muertos, las especies de rápido movimiento también tienen problemas a medida que posiblemente tengan que competir por los recursos fuera de sus hábitats originales. Los individuos restantes pueden ser fácilmente cazados y sufren escasez de alimentos y la necesidad de cambiar la dieta (7). Estas perturbaciones del fuego reducen la abundancia de las comunidades de invertebrados, disminuyendo la disponibilidad de la densidad de la presa de algunas especies de aves. No obstante, los bosques y matorrales recientemente quemados suelen favorecer el desarrollo de pastos de calidad, lo que crea un buen hábitat para los hervívoros y aumenta el potencial cinético (2).

### Efectos en el suelo

Los incendios forestales afectan al suelo de diversas formas. En inicio existe un aumento de los cationes de cambio ( $K^+$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ , etc.) en la solución del suelo, pero después ocurre pérdidas por lavado que son muy grandes ya que disminuye la capacidad del complejo absorbente para retener nutrientes (4). El suelo al quedar desnudo, en tanto no se produzca la colonización vegetal post-incendio está expuesto a agentes erosivos como el agua y el viento. Dichos efectos erosivos se van a incrementar como consecuencia de la destrucción de la materia orgánica y de la estructura del suelo (4). Durante un incendio se pueden alcanzar temperaturas de  $1200^{\circ}$  a  $1400^{\circ}$ C, llegando la superficie del suelo a  $1000^{\circ}$  C por ello la microflora y la microfauna son destruidas casi en su totalidad (4). Por otro lado el incendio incrementa el pH del suelo, debido a que las cenizas procedentes del incendio, contienen gran cantidad de carbonato potásico ( $CO_3K_2$ ) (4).



Figura N° 1: Incendio forestal producido en un bosque de Quillabamba.  
Fuente: Panared Noticias Quillabamba..

La alta severidad del fuego lleva a una reducción en el contenido de materia orgánica y por tanto un decrecimiento de la estabilidad de agregados y con ello el aumento de la densidad aparente (4), además de la pérdida de nitrógeno durante la combustión (4). El incendio afecta negativamente a la estructura del suelo y se producen pequeñas variaciones de la textura.

### Efectos en la salud

Los incendios forestales exponen a los moradores cercanos a las zonas incendiadas; sobre todo a los niños; a un gran número de peligros relacionados al fuego, humo, estimulaciones psicológicas y los subproductos de la combustión de la madera, de los plásticos y de otros productos químicos que se están quemando. Durante la fase aguda de actividad del incendio forestal, lo más peligroso para los niños es el fuego y el humo (8). Existe el aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias inducida por el humo, que normalmente se observan en el pico de la temporada de incendios, y que son responsables de un promedio de 9000 pacientes hospitalizados cada año durante la combustión de los

incendios en la Amazonia.(6) Por otro lado se dan el cierre de escuelas en días de concentración de humo extremas, por lo cual los estudiantes pierden días de clases.

### Teledetección

La teledetección es aquella técnica que permite adquirir imágenes e información de la superficie terrestres desde sensores instalados en plataformas especiales (9, 10). Los sensores son instrumentos susceptibles de detectar la señal electromagnética (radiación reflejada o emitida) que les llega de la tierra y la atmosfera y convertirla en una magnitud física que puede ser tratada y grabada. Los sensores convierten la señal electromagnética en un formato analógico (fotografía) o digital (imagen) (10). Las señales captadas por el sensor se amplifican, cuantifican y registran y pueden ser transmitidas a la tierra directamente a medida que son adquiridas o bien se almacenan en el satélite a la espera de su paso por una estación receptora (10).

Los datos de sensores remotos proporcionan una excelente base para monitorear los parámetros de interés para uso de los gestores e investigadores; como

la biomasa, el estado de la vegetación, la ocurrencia de incendios activos y la delimitación de las áreas que se incendian, ubicación geográfica de cualquier punto de la imagen, (11) entre otras utilidades. Para llevar a cabo la observación del terreno, los sensores se ubican en plataformas, fijas o móviles: mástiles, grúas, globos, aviones, cohetes o satélites. En base a ello las características de la imagen registrada y de los datos que se obtienen dependen en gran medida de las propiedades del sensor utilizado y de la distancia al suelo desde la cual se realiza la adquisición de datos (10). Cada satélite y sensor tienen características especiales, pues fueron diseñados para cubrir necesidades específicas de información (5).

Los datos tienen en general diferente cobertura debido a la órbita del satélite, sus horarios de paso, el ancho de barrido transversal a la trayectoria, la sensibilidad de los algoritmos de detección.

### Uso de la teledetección en incendios forestales

El empleo de teledetección satelital ha abierto al hombre, nuevas posibilidades para la detección temprana, mejor control y manejo de los incendios desencadenados en el medio forestal, lo cual resulta difícil y complejo utilizando los métodos tradicionales (2) y si bien las observaciones de campo siempre serán una parte vital del manejo del fuego, el tamaño de las zonas en cuestión son demasiado extensas o su ubicación es en zonas de difícil acceso y que a menudo significa que la observación de campo por sí sola no puede proporcionar suficiente información con exactitud y regularidad para proporcionar una base fiable (11). Por ello los datos de satélite son ampliamente empleados para la realización de estudios e investigaciones sobre el fuego ya que proporcionan información sobre la cobertura geográfica y frecuencia de los incendios. La detección de incendios forestales se basa en la detección de focos de calor. Los datos de focos de calor son básicamente puntos (coordenadas geográficas) que indican el centro de un

pixel donde se detectó un foco de calor activo, en el momento en que un satélite hizo su paso por un área determinada (9).

### Gestión de incendios forestales

Las investigaciones han demostrado que la teledetección puede proporcionar un apoyo muy útil para los gestores de incendios, ya que; considerar el manejo de incendios necesita de información en el contexto de un sistema de información para la gestión de incendios (5). El manejo del fuego es visto como una herramienta eficaz en la gestión de (a menudo) grandes extensiones de terreno (11). Dicho manejo por lo general comprende actividades destinadas a controlar la frecuencia, el área, la intensidad o el impacto de las actividades del fuego, ello se realiza en diferentes contextos institucionales, económicos, sociales, ambientales y geográficos, así como a diferentes escalas, desde la local hasta nacional (5). La gama de las actividades de manejo del fuego también varía considerablemente en función de los problemas de gestión que están en juego, así como los medios y la capacidad para actuar que estén disponibles. Cualquiera que sea la causa, la gestión eficaz de incendios requiere de información confiable sobre la cual basar las decisiones adecuadas y acciones, información que se requerirá en muchas etapas diferentes de una adecuada gestión (5) información que se obtiene usando adecuadamente tecnologías de teledetección.

### Ventajas de la teledetección

La teledetección es una herramienta con mayor ventaja frente a otras técnicas. Los beneficios que proporcionan los datos de teledetección para el manejo del fuego son: que a menudo es menos caro (5, 3) y más rápido que la obtención de la misma información en el suelo en grandes áreas que permite la captura de datos a través de una gama más amplia del espectro electromagnético, que el ser humano es incapaz de ver, esto puede permitir la extracción de una gama más amplia de la información generada en la ocurrencia

de los incendios (5). Las observaciones son espacialmente integrales, que cubren grandes áreas del territorio, incluidas las zonas remotas y de difícil acceso por tierra, además que las observaciones son fiables, sistemáticas, objetivas y regulares, lo que permite actualizaciones frecuentes de la situación debido a que los satélites orbitan la tierra de forma continua. En base a ello la teledetección permite una detección temprana y un monitoreo aceptable de la evolución de los focos de calor.

### Satélites

Son objetos artificiales en el espacio que dan vueltas alrededor de la tierra siguiendo una órbita específica. Son las plataformas más adecuadas para obtener una visión de regiones de gran extensión y, a diferencia de los cohetes, pueden permanecer mucho tiempo en órbita, permitiendo una visión constante de la tierra (10). Actualmente un gran número de satélites se encuentran proporcionando información aplicable a los trabajos de incendios y otro gran número de satélites se están diseñando (3). Pero solo se estudió a los más utilizados en el monitoreo de incendios forestales.

### Tipos de satélites según el tipo de órbita:

- Satélites geoestacionarios o geosincronos

Se desplazan según una órbita ecuatorial, alta (aproximadamente 35 900 Km). A esta distancia la velocidad orbital del satélite es la misma que la rotación de la tierra (15º de longitud por hora), por ello los satélites parecen estar fijos sobre un punto de la tierra y se mueven acompañado de la tierra en su movimiento. La órbita geoestacionaria es la que suelen utilizar los satélites de comunicación (10). El principal satélite de este tipo tenemos:

Satélite GOES-12 (Geoestacionary Operation Environmental Satellite)

Es un satélite geoestacionario (fijo sobre un punto de la tierra), de gran altura (35 786 Km) (2, 4). Desarrollado por la NASA principalmente para poder entregar imágenes meteorológicas en menor tiempo que las obtenidas mediante el satélite NOAA, (4) obtienen datos cada 15 minutos y sus datos son de



Figura N° 2: Satélite geoestacional europeo SMOS  
Fuente: <http://cronicadelespacio.blogspot.com>

rápida transmisión por lo cual es posible detectar de forma inmediata un fuego cuando se inicia (2). Su tarea, además de la adquisición de imágenes propias, es de retransmitir información de diferentes estaciones en todo el mundo, además contiene un sistema de monitoreo y triangulación de señales de emergencia en las frecuencias designadas internacionalmente (4). Es ampliamente utilizado en labores de detección de incendios, aunque tiene baja resolución espacial presenta una alta resolución temporal (2). Dada a la distancia a que se encuentra, la sensibilidad del sensor disminuye, por lo que tiene menor capacidad de identificación de fuego que los satélites de órbita polar que se encuentran a menores alturas (2). Para que los incendios sean detectados tienen que tener una temperatura mayor de 100 °C (13).

**Sensor GOES:** El satélite GOES-12 cuenta también con varios instrumentos a bordo que permiten realizar mediciones atmosféricas, pero el instrumento que nos interesa es el que se lleva el mismo nombre. Tiene una resolución espacial de entre 2,5 y 4 km. Provee imágenes de más del 60% de la superficie de la tierra (2). En varias investigaciones muestran en sus resultados preliminares que examinaron el patrón diario de la distribución de incendios en la Amazonía, utilizando los datos del GOES, muestran una disminución del 20 % en el incendio detectado frecuencia 15:30-18:30. (12).

- **Satélites helio síncronos**

Se sitúan en una forma heliosincrona, esto es, el plano de la órbita del satélite se mantiene fijo en relación al plano orbital de la tierra alrededor del sol. Estas orbitas solo son posibles entre los 300 y 1 500 km de altitud. Para poder observar un área de la Tierra tan grande como sea posible, la inclinación de la órbita es casi de 90°, es decir, casi polar, de forma que la cobertura de la tierra visible por el satélite se extiende entre los dos polos. Su periodo de revolución

es corto, inferior a 2 horas, y realizan al menos 12 vueltas alrededor de la tierra en 24 horas (10). La órbita está diseñada de tal forma que el paso del satélite por un lugar determinado se efectúa siempre a la misma hora local, es decir, el satélite cruza el ecuador siempre a la misma hora. Debido a su menor altitud la resolución espacial es del orden de metros. Sin embargo, esta menor altitud tiene como efecto que los satélites se vean frenados por la atmosfera terrestre, lo que obliga a corregir los parámetros de la órbita de forma periódica (10).

Dentro de este tipo de satélites tenemos a:

- **Satélite NOAA**

Se encuentran en órbita desde octubre de 1978 (12). Son de órbita polar heliosincrona con una inclinación de 98,7°, de baja altura entre 833 a 870 km y de uso meteorológico. Proveen una imagen cada doce horas. Al tener una órbita heliosincrona este satélite pasa cada día por un mismo lugar a la misma hora. Por ser un satélite par presenta un nodo ascendente a las 19:30 y un nodo descendente a las 7:30. Ofrece todos los días datos globales (10, 12). La familia de satélites NOAA tienen ocho sensores a bordo, de los cuales a continuación solo describiremos el sensor utilizado.

**Sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer):** que está diseñado para proporcionar imágenes con una resolución espacial de 1,1 x 1,1 km<sup>2</sup> en nadir (4, 9). La resolución espectral está dada por cinco bandas del espectro magnético(rojo, infrarrojo cercano y tres de infrarrojo térmico), la banda 1; con una región espectral en el rojo y un rango espectral de 0,58-0,68 μm, la banda 2; con una región espectral en el infrarrojo cercano entre 0,72-1,10 μm, la banda 3 con una región espectral en el infrarrojo medio y rango espectral de 3,55-3,93 μm, la banda 4 y 5 con una región espectral en el infrarrojo térmico con un rango espectral de 10,3-11,3 μm

y 11,5-12,5  $\mu\text{m}$  respectivamente (4, 12). Son las bandas 3 y 4 del sensor AVHRR los que comúnmente se utilizan en la identificación automática de incendios (9) aunque los dos primeros canales (1 y 2) son útiles para la identificación visual de la ocurrencia del fuego, lo que se define en algunos casos por la presencia de plumas de humo (12). Lo que le convierte en una herramienta adecuada para la teledetección regional y mundial de los incendios. Cada imagen provista por los satélites NOAA cubre una faja de aproximadamente 250 km de ancho por 400 km de longitud (12). La cobertura tan extensa en tan poco tiempo es la ventaja de utilización de los satélites NOAA (9).

El sensor AVHRR presenta una mayor resolución temporal (9, 13) y bajo coste el sensor AVHRR ha ganado un creciente interés para abordar asuntos medioambientales. Su amplia cobertura y baja resolución le permiten analizar las condiciones de la vegetación en periodos cortos de tiempo y escala global, lo que le hace muy idóneo para estudiar fenómenos muy dinámicos como la desertificación, la deforestación de zonas inaccesibles, o los incendios forestales de gran magnitud (9). Las limitaciones del sistema AVHRR para la vigilancia de los incendios son el bajo nivel de saturación de los sensores; confundiendo incendios con terrenos desnudos capaces de presentar temperaturas de esa magnitud, especialmente en áreas desérticas durante el verano, o bien nubes muy brillantes (17). Pero a este inconveniente se da solución con el uso de datos nocturnos que ofrecen importantes posibilidades para disminuir e incluso eliminar la confusión. El uso de imágenes nocturnas elimina dos inconvenientes principales a) la saturación del canal 3 por emisión de calor de superficies no incendiadas, y b) el problema derivado de la reflexión solar durante el día (12).

#### Satélite TERRA y AQUA

Ambos satélites son de órbita polar heliosincrona, es decir alineados al

sol, son de baja altura y de múltiple uso. Lanzados en diciembre de 1999 (4, 12). El satélite TERRA desciende a través del ecuador a las 10:30 de la mañana (3) y el satélite AQUA asciende a través del ecuador a las 1:30 de la tarde (4), lo cual permite observar los fenómenos de la tierra, por la mañana con TERRA y por la tarde con AQUA (13) Los satélites AQUA y TERRA son parte de la Earth Science Enterprise de la NASA, tienen canales diseñados específicamente para la detección de fuego y una cobertura global continua de cada 1 a 2 días (2).

Sensor MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer): cuenta con 36 canales o bandas, a distintas resoluciones espaciales y ámbitos del espectro electromagnético (4, 12). Las dos primeras bandas tienen 250 x 250 m<sup>2</sup> de resolución espacial cubriendo el rojo e infrarrojo cercano, las 5 bandas siguientes ofrecen 500 x 500 m<sup>2</sup> de resolución espacial y cubren el espectro visible y diversas bandas de la onda corta infrarroja (4, 2). El resto de las bandas tienen una resolución espacial de 1 x 1 Km<sup>2</sup> cubriendo principalmente el espectro del infrarrojo cercano, el infrarrojo medio y térmico (6 bandas entre 10,78 y 14,36  $\mu\text{m}$ ). Cuenta con un área de barrido de 2 300 km, lo que le facilita una cobertura prácticamente diaria de toda la tierra (4, 2). Este sensor es de mediana resolución (13) y se utiliza operativamente para transmitir información de incendios activos en tiempo real, siendo de especial utilidad en aquellos países que no tienen información de detecciones terrestres (2). La exactitud de geolocalización y las características radiométricas más convenientes permiten la elaboración de productos de mayor precisión sobre los fuegos activos y las áreas quemadas, conocer los ciclos diarios de los incendios en todas las regiones del planeta, velocidad de propagación así como obtener datos útiles para realizar la representación espacial de los fuegos (3). Además proporcionan datos para estudiar aerosoles, partículas, y los

productos de la combustión de biomasa (12).

que son coordenadas geográficas con la ubicación de un incendio forestal.

## CONCLUSIONES

- En las últimas décadas los incendios forestales se han convertido en un problema ambiental de gran preocupación a nivel mundial, sobre todo en los países con gran riqueza forestal; esto debido a que se ha incrementado la ocurrencia de estos, además de los impactos económicos, ecológicos y de salud que causan.
  - Uno de los impactos negativos y de mayor preocupación que generan los incendios forestales es la contaminación atmosférica; los incendios forestales emiten más del 50% de las emisiones antropogénicas. Dicha contaminación atmosférica conlleva a otros problemas ambientales como la alteración del ciclo hidrológico, calentamiento global, entre otros.
  - Los impactos en la flora, fauna, suelo y fuentes de agua, aumento de enfermedades respiratorias, pérdidas económicas son otros de los impactos que nos hacen ver que el problema de los incendios forestales debe de ser estudiado para en la medida posible evitar su ocurrencia.
  - La teledetección es una herramienta con grandes beneficios para la gestión de los incendios forestales, en muchos países existe una exitosa aplicación de esta herramienta, pero en nuestro país aún no se ha aprovechado las ventajas de esta herramienta que sin duda nos brindaría una base de información, datos e incluso imágenes acerca de la ocurrencia de los incendios forestales; incluso de las zonas más remotas y de difícil acceso.
  - La teledetección se lleva a cabo por medio de la detección de focos de calor;
- Existen diversos satélites que en la actualidad circulan la tierra, obtienen y transmiten información de diversos aspectos. Algunos satélites y sus respectivos sensores presentan características específicas y particulares que le permiten la detección de incendios forestales con una alta confiabilidad, la elección de ellos va depender de las necesidades del investigador o gestor del incendio forestal.
  - En la actualidad el estado peruano ha desarrollado leyes y reglamentos que priorizan la defensa contra los incendios forestales para evitar y reducir los daños ocasionados por los incendios forestales dentro de los cuales se encontraría la creación e implementación del "Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales" que involucra a diversas autoridades e instituciones nacionales, regionales y locales y a la población en general, tal como lo establece el artículo 4 de la ley forestal y de fauna silvestre, que en la actualidad no se realiza, además del incumplimiento del DS N° 014 que establece el desarrollo del "Plan Nacional de Prevención y Control de Incendios y Plagas Forestales" que lamentablemente este plan tampoco se ha implementado hasta la fecha. Por otro lado en el Perú no existe investigaciones con una base de datos e información confiable acerca de la ocurrencia de los incendios forestales que ayudarían en gran medida para que las autoridades puedan cumplir las normas antes mencionadas.

## Agradecimientos

Por su apoyo económico para la formulación de mi tesis universitaria a, la National Academy of Sciences de los Estados Unidos (NAS) y a la United State Agency for International Development (USAID). Asimismo, a la dirección de investigación de la Universidad Continental en Perú por la asesoría académica científica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mielnicki DM, Canziani PO. Quema de biomasa en Sudamérica: impactos regionales y globales. Argentina:2-6.
2. Sedeño EM, Setzer AW. Sistema para la detección y monitoreo de incendios en la vegetación con el empleo de la teledetección – pronóstico de peligro a corto y mediano plazo. In: XV Congreso mexicano de meteorología. Mexico.2006:21-46.
3. Crutzen PJ, Andreae MO. Biomass burning in the tropics: impact in atmospheric chemistry and biogeochemical. Science.1990; 250: 1669. 1678.
4. De las heras JI, Martinez JS, Herranz JS. Impacto ecológico de los incendios forestales. Universidad de Castilla. 2001.
5. Flasse SP, Trigg SN, Ceccato PN, Perryman AH, Hudak AT, Thompson MW, et al. Remote sensing of vegetation fires and its contribution to a fire management information system In: Goldammer JG, De Ronde C, editors. Wildland fire management handbook for sub-Sahara Africa. Global fire monitoring Center. 2004:158-185.
6. Schroeder W, Alencar A, Arima E, Setzer A. The spatial distribution and interannual variability of fire in Amazonia. In Washington DC American Geophysical Union Geophysical. 2009; 186:43-60.
7. Cardoso MF, Hurtt GC. Potential for advancing fire research in Amazonia by integrating ground-based, remote-sensing and modeling studies for the region. In: Gomez E, Alvarez K, editors. Forest Fires: Detection, Suppression and Prevention. Brazil. 2009:2-14.
8. James M, Seltzer MD, Miller MD, Seltzer MA. Riesgos a la Salud de los Niños por los Incendios Forestales - Fase Aguda. Universidad de California, San Francisco. 2007.
9. Chuvieco E. Fundamentos de teledetección espacial. Segunda edición. Madrid: RIALP SAC; 1995.
10. José Sobrino. Teledetección. Universitat de valencia editor.2001.pag 33-53
11. Bond JW, Midgley JJ. Fire and Plants. Population and Community Biology. London.1996 ;( 14):263.
12. Justice CO, Malingreau JP, Setzer AW. Satellite remote sensing of fires: potential and limitations. In: Dahlem Workshop Reports Berlin. Alemania. 1992:15-20.
13. Lillesand TM, Ralph WK, Chipman JW. Remote sensing and image interpretation. Quinta edición. Wiley J, Sons editors. 2004.

# Modelado de la logística de distribución tendiente a la mitigación del “efecto látigo”, caso sector bebidas en Perú y Colombia

## Distribution logistics modeling aimed at the “bullwhip effect” mitigation, drinks industry case in Perú and Colombia

Felipe Néstor Gutarra Meza<sup>1</sup>, Diego José Gómez Montoya<sup>2</sup>  
Universidad Continental

### RESUMEN

**Objetivos:** Generar un modelo matemático del sistema de distribución de bebidas, que permita mitigar el “efecto látigo” sobre la información de demanda, tomando información histórica de dos empresas de bebidas ubicadas en Perú y Colombia.

**Métodos:** Se utilizó la dinámica de sistemas, modelos de Forrester y técnicas de predicción de demanda. Los procedimientos del estudio fueron: se hizo un reconocimiento de los antecedentes de estudios referentes a la logística de distribución; se identificaron las variables que tienen incidencia en el sistema de distribución de empresas de bebidas; se determinaron las relaciones causales existentes entre las variables identificadas, estableciéndose el modelo que describe el sistema de distribución de bebidas, integrando los actores y eslabones intervinientes, validándose el modelo propuesto con información histórica de empresas del sector bebidas; finalmente, se plantearon recomendaciones o medidas de control tendientes a la mitigación del “efecto látigo”. **Resultados:** Se evidencia que la fluctuación alrededor de un inventario efectivo de 0, muestra un patrón cíclico a partir del mes 19, con demoras semanales (y a partir del mes 34, con demoras mensuales). El tipo de demanda (constante o estocástica), no implica diferencias significativas en el comportamiento del inventario efectivo, solo un retraso más. **Conclusiones:** Se determinaron las variables necesarias para modelar el sistema; también se lograron determinar las relaciones causales existentes entre las variables identificadas, mediante la elaboración de un diagrama causal



Felipe Gutarra

fgutarra@continental.edu.pe

que muestra la dirección y el sentido de cada relación de incidencia (positiva o negativa).

**Palabras clave:** Sector bebidas, cadena de abastecimiento, modelo matemático, “efecto látigo”, demanda estocástica, diagrama de Forrester.

<sup>1</sup> Magíster en Docencia e Investigación en Educación Superior. Coordinador de la E.A.P de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental, Perú.

<sup>2</sup> Magíster en Ingeniería Industrial. Investigador de la Universidad Manuela Beltrán, Colombia.

## ABSTRACT

**Objectives:** To generate a mathematical model from the drinks distribution system, which allows to mitigate the “bullwhip effect” on the demand information, taking historical information from two drinks’ companies located in Peru and Colombia. **Methods:** We used system dynamics, Forrester models and demand forecasting’s techniques. The procedures of the study were: it was realized a background recognition about studies related to the distribution logistics; it was identified the variables which have incidence in the drinks companies’ distribution system; it was determined the existent causal relationships were determined between the identified variables. Establishing the model which describes the drinks’ distribution system, integrating involved actors and steps, validating the proposed model with historical information from drinks’ companies. Finally, recommendations or control measures were raised aimed at the “bullwhip effect” mitigation. **Results:** There is evidence that the fluctuation around an effective inventory of 0, shows a cyclical pattern from month 19, with weekly delays (and from month 34, with monthly delays). The demand type (constant or stochastic) involves no significant differences in the effective inventory behavior, only one more delay. **Conclusions:** Were determined the necessary variables to model the system; also it was able to determine the existent causal relationships between the identified variables, through the causal diagram elaboration, it shows the direction and sense of each incidence’s relationship (positive or negative).

**Keywords:** Drinks’ sector, supply chain, mathematical model, “bullwhip effect”, stochastic demand, Forrester diagram.

## INTRODUCCIÓN

El estudio pretende generar un modelo matemático del sistema de distribución de

bebidas, que permita mitigar el “efecto látigo” sobre la información de demanda. Para ello postulamos metas parciales como: reconocer antecedentes, identificar variables incidentes en el sistema de distribución de bebidas, determinar las relaciones causales entre dichas variables, establecer un modelo que describa el sistema e incluya los actores y eslabones intervinientes, utilizar el modelo propuesto con información histórica de empresas del sector bebidas y plantear recomendaciones o medidas de control tendientes a la mitigación del fenómeno.

La investigación tiene un elevado componente cuantitativo, sin embargo se opta por trabajar con una hipótesis cualitativa que plantea que es posible modelar la cadena de suministro, de tal forma que puedan determinarse algunas medidas para mitigar las consecuencias del “efecto látigo” sobre un sistema logístico.

El fenómeno estudiado, el “efecto látigo” o “bullwhip”, consiste en la distorsión entre la información de demanda que emite el mercado y la que capta el fabricante y es trascendental su comprensión y regulación, ya que trae como consecuencias el incremento en los costos de mantener inventario, incertidumbre durante la planeación de la producción e incumplimiento de la demanda que a su vez impacta sobre la imagen y el posicionamiento de marcas y empresas.

La investigación relacionada con el problema de la amplificación de los pedidos en los sistemas de producción y distribución de forma documentada se remonta a inicios del siglo anterior (1).

Algunas causas comunes que provocan el fenómeno son las perturbaciones debidas a sesgos introducidos en la demanda, las perturbaciones introducidas por los tiempos de repuesta, las prácticas logísticas inapropiadas y la alteración de las condiciones de la red de distribución (2).

Sancar realiza experimentos asumiendo parámetros para inducir la estacionalidad

y variación de la demanda; finalmente concluye que la eliminación del “efecto látigo” es posible si se toman las acciones correctas en los negocios, tales como incrementar las habilidades de comunicación, cortar tiempos de entrega o implementar un sistema de información (3).

Los estudios anteriores son un esfuerzo por hacer más eficiente la cadena de suministro, entendiendo esta como una red de organizaciones interrelacionadas que intervienen en diferentes fases del proceso productivo mediante actividades que pretenden añadir valor, desde el punto de vista del cliente, al producto, bien o servicio (4).

Según Stadtler, una cadena de suministro consta de dos o más organizaciones legalmente separadas que están conectadas por flujos de materiales, de información y financieros. Un problema que sufren los miembros de dichas redes logísticas es el temido “efecto látigo”, fenómeno que se refiere al aumento de la variabilidad en los pedidos incluso cuando la demanda del mercado es estable (5).

La conceptualización de cadena de suministro ya aparece en los trabajos de Forrester, cuando sugirió que el éxito de las empresas dependía de la interacción entre los flujos de información, materiales, pedidos, dinero, mano de obra y equipos; también cuando planteó que la comprensión y control de estos flujos es el

trabajo principal de la gestión (6). Forrester utilizó en sus experimentos de simulación una cadena de suministro compuesto por cuatro niveles: la fábrica, el distribuidor, el mayorista y el minorista (Figura 1).

El “efecto látigo” determina una continua alteración de los planes de producción y una frecuente inestabilidad de los inventarios; lo anterior provoca un aumento de costes innecesarios para las organizaciones en el proceso de creación de valor. Se ha estimado que las consecuencias económicas de este síntoma frecuente y dañino del sistema logístico pueden incidir en un incremento de costes innecesarios de hasta el 30% de las ganancias de la red (7).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación tiene un componente explicativo, por encontrar el sentido de la incidencia o de las relaciones entre variables del sistema; y otro de tipo correlacional, al determinar la magnitud de las incidencias o la forma en la que se presentan las relaciones, a modo de ecuaciones.

El enfoque es principalmente cuantitativo. Desde otra tipología de investigación, se puede asumir como una investigación aplicada (en dos grandes empresas de bebidas, tanto de Perú como de Colombia).

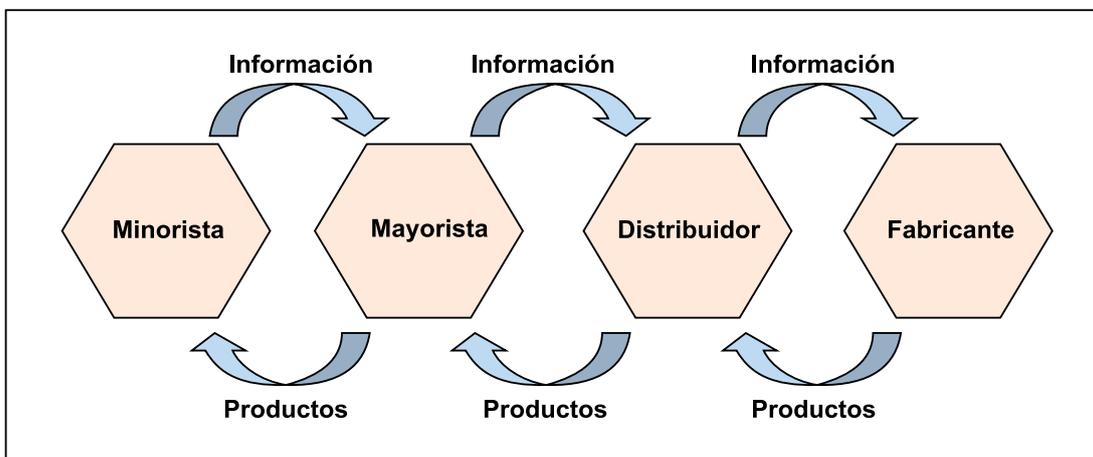


Figura N°1: Configuración de la cadena de suministro.

Tabla N° 1: Formato para levantamiento de datos en el eslabón de distribuidores.

Período	Pedido recibido de los expendios	Salida de productos	Entrada de productos	Inventario final	Demora en recibir la información de pedido	Demora entre la salida de producto de distribuidores y la entrada al inventario de los expendios
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Los métodos utilizados fueron la dinámica de sistemas, los modelos de Forrester y las técnicas de predicción de demanda.

En pensamiento sistémico, un sistema es una red de componentes, compleja, altamente interrelacionada que exhiben propiedades sinérgicas –el todo es mayor a la suma de sus partes- (8).

Básicamente son tres los principios o pilares fundamentales sobre los que se apoya la dinámica de sistemas: a) la existencia de bucles de realimentación, b) la existencia de no linealidad en las relaciones entre

variables, y c) la existencia de retrasos en las relaciones entre variables (9).

El modelo desarrollado se genera con base en los trabajos realizados por Jay Forrester y otros profesionales del MIT (Massachusetts Institute of Technology) quienes estudiaron el fenómeno mediante el Juego de la Cerveza (10).

Las unidades de análisis fueron las empresas Ajeper (Perú) y Postobón (Colombia), así como los eslabones presentados en la cadena de suministro de algunas de sus bebidas. Se utilizarán como mínimo 10

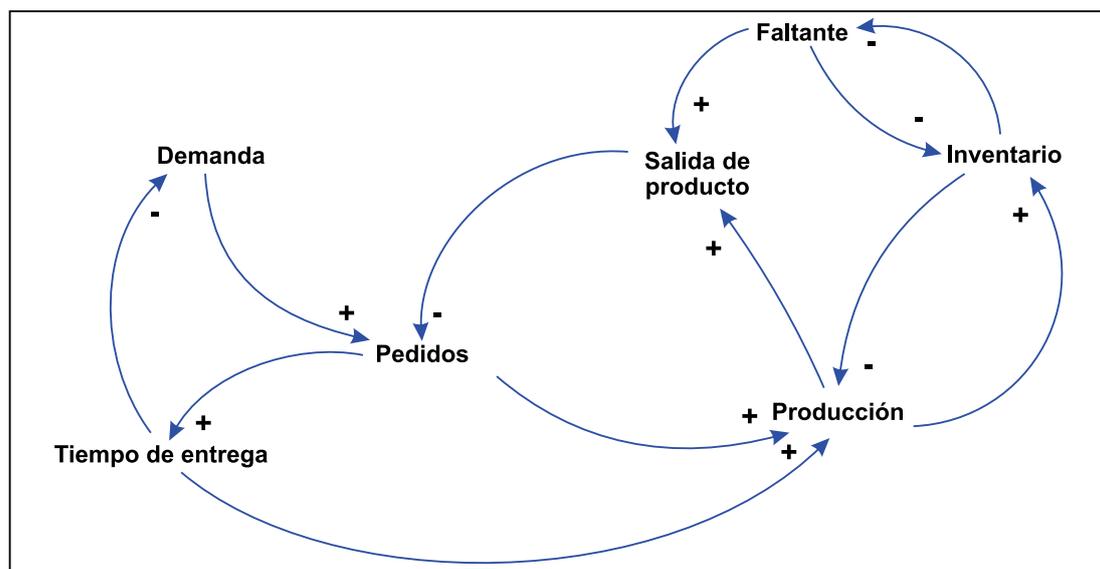


Figura N° 2: Diagrama causal genérico.

períodos históricos para la construcción de los modelos.

Los datos fueron obtenidos a partir de fuentes de información secundaria que poseen las empresas objeto de análisis y directamente de las áreas encargadas del manejo de cifras históricas. Con tal propósito, se diseñaron formatos para cada uno de los eslabones (expedios, distribuidores y fábrica). Presentamos el formato de distribuidores en la Tabla 1.

cada período, las órdenes o los pedidos (cada período) que realiza cada eslabón al eslabón que lo provee, el tiempo en que llega la información de pedido entre un eslabón y otro, la cantidad de producto que se despacha cada período en cada eslabón, la cantidad de producto que ingresa -o que se produce, en el caso de la fábrica-, cada período en cada eslabón, los niveles de inventario y de faltante de producto en cada período para cada eslabón y los tiempos de entrega de producto entre eslabones. La interacción entre estas variables, se analiza mediante un diagrama causal (Figura 2).

## RESULTADOS

Se determinaron las variables necesarias para modelar el sistema, estas son: la cantidad demandada de producto por parte de los clientes o del mercado en

El estudio de estas interacciones proporciona la base para la elaboración del diagrama de Forrester que integra a los tres eslabones utilizados (expedios, distribuidores y fábrica) y se presenta en la Figura 3.

La comprensión del diagrama inicia con la demanda que emiten los clientes; esta se

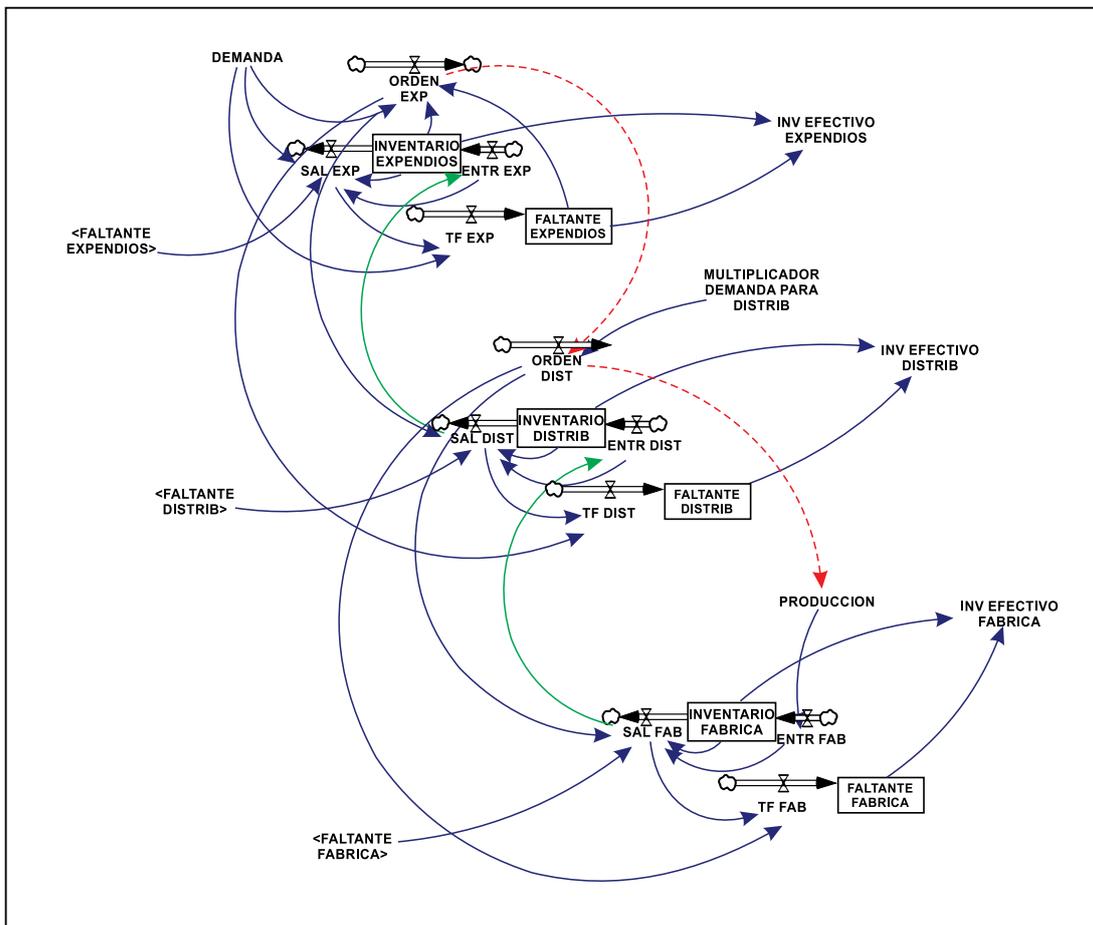


Figura N° 3: Diagrama de Forrester del sistema de distribución.

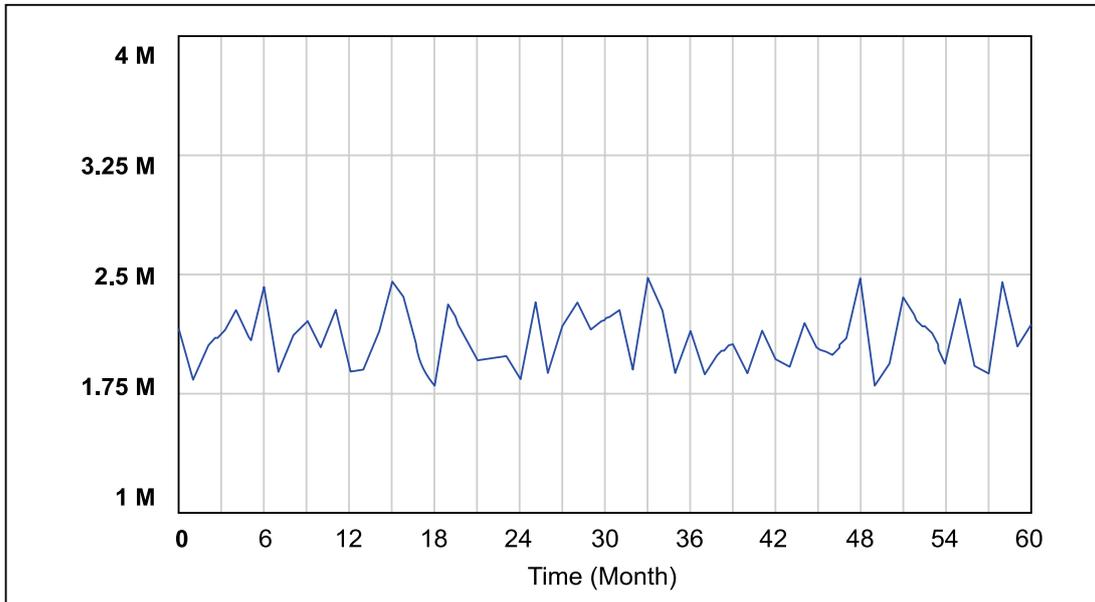


Figura N° 4: Demanda simulada para Ajeper (durante 5 años)

representa mediante una variable auxiliar, que luego de ser analizada en el software estadístico StatFit, se determinó como una distribución estadística uniforme –tanto en Ajeper como en Bavaria -, con parámetros 1786550 y 2483680 (en el caso de Ajeper). En la Figura 4 se aprecia como oscilaría la demanda para Ajeper en un horizonte de 60 meses (5 años).

faltante (teniendo en cuenta que este último se concibe como un inventario negativo), será el inventario efectivo; en las figuras 5, 6 y 7 se aprecia cómo se comporta en cada uno de los eslabones (expendios, distribuidores y fábrica, respectivamente). Cada uno de los colores indica un escenario (rojo: demoras en semanas, verde: demoras en meses, azul: demoras en semanas con demanda constante). Se evidencia que la fluctuación alrededor de un inventario efectivo de 0,

La suma entre el inventario expendios y el

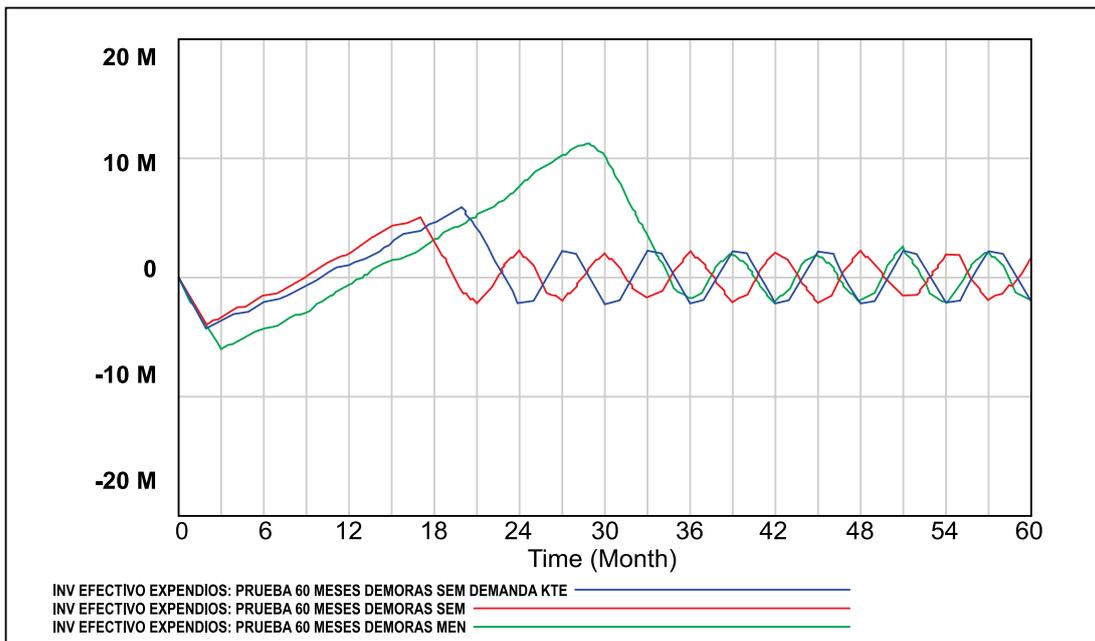


Figura N° 5: Inventario efectivo de expendios.

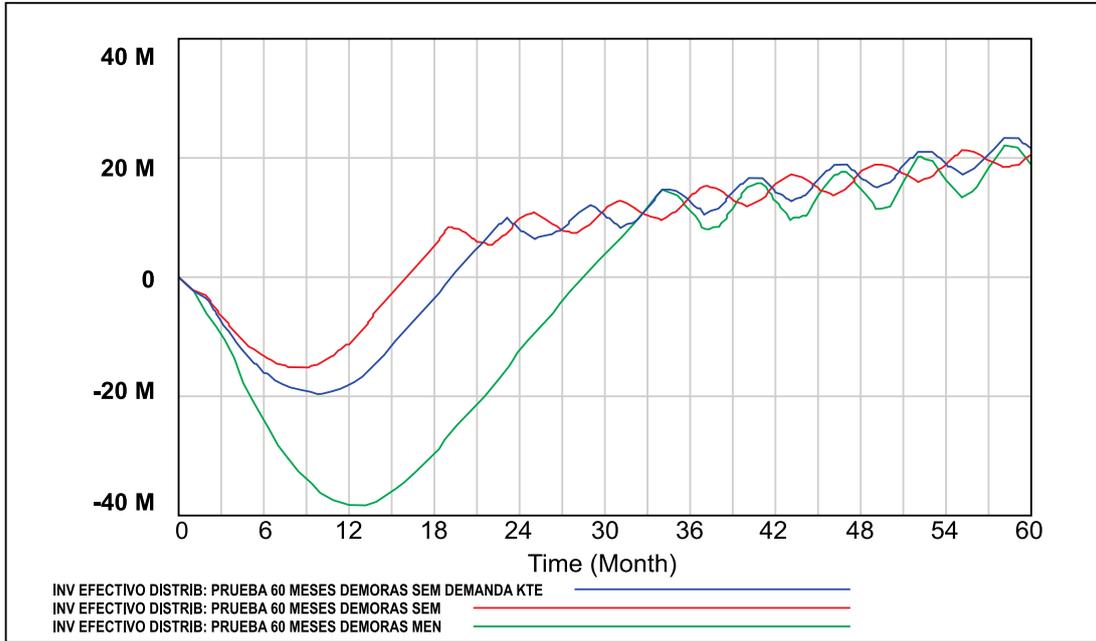


Figura N° 6: Inventario efectivo de distribuidores.

muestra un patrón cíclico a partir del mes 19, con demoras semanales (y a partir del mes 34, con demoras mensuales). El tipo de demanda (constante o estocástica), no implica diferencias significativas en el comportamiento del inventario efectivo, solamente un retraso más.

“efecto látigo” llegando a un punto más bajo el inventario efectivo, respecto al caso de demoras semanales. En los eslabones distribuidores y fábrica, se presenta un comportamiento oscilatorio a partir del período 19; sin embargo ya no alrededor de un inventario efectivo de 0, sino alrededor de una línea de tendencia positiva (que ocurre porque la orden de los distribuidores está relacionada de forma linealmente

Se encontró que en el caso de demoras mensuales, presenta una amplificación del

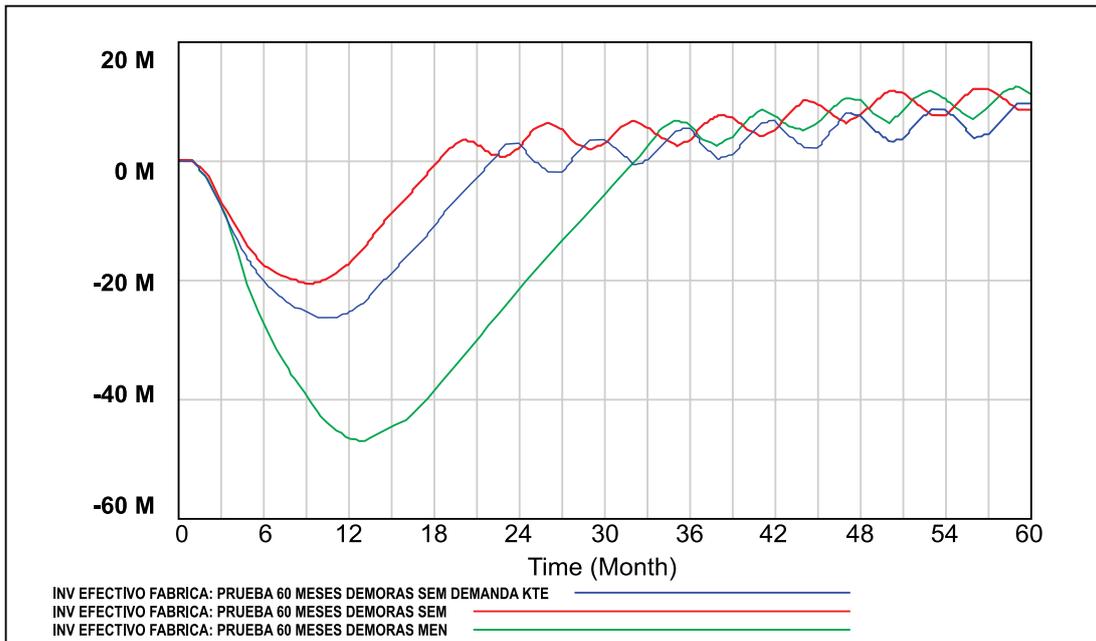


Figura N° 7: Inventario efectivo de fábrica.

positiva con la orden de los expendios).

Ante un escenario de demanda conocida por todos los eslabones, el eslabón expendios es aquel que se ve relativamente más afectado debido a que el faltante que se presenta en un principio le provoca un faltante que permanece oscilando alrededor del mayor valor que alcanzó el faltante en el primer modelo realizado y que ya no es pertinente cumplir en períodos posteriores. Este valor tiene una relación cercana a 1,9 veces la demanda. El eslabón distribuidores tendría un faltante cercano a los dos millones de cajas en cada uno de los períodos simulados y el eslabón fábrica podría reaccionar en el mismo período que conoce la demanda, así su inventario efectivo sería de 0 unidades.

## DISCUSIÓN

Mediante el desarrollo de este trabajo se determinaron las variables necesarias para modelar el sistema; también se lograron determinar las relaciones causales existentes entre las variables identificadas, mediante la elaboración de un diagrama causal que muestra la dirección y el sentido de cada relación de incidencia (positiva o negativa). Asimismo, se argumentaron los motivos de dichas relaciones y se elaboró un modelo con un componente gráfico muy claro (en términos de niveles, flujos y variables auxiliares), según los diagramas de dinámica de sistemas propuestos por Jay Forrester. Este modelo incluye diversas ecuaciones que representan el funcionamiento del sistema por componentes e integra las relaciones entre eslabones durante la distribución de bebidas.

A partir del estudio del sistema y del modelado generado se realizaron varias pruebas sobre escenarios posibles, tales como modificar los tiempos de entrega de producto, asumir otro comportamiento en la demanda y permitir que todos los eslabones conozcan las señales de demanda directamente del mercado tan pronto como se generan. Estas pruebas

simularon cómo se comportarían los niveles de inventario efectivo (inventario positivo – faltante) en un horizonte de 60 meses, es decir, 5 años.

Por lo anterior, proponemos implementar un conjunto de medidas que detallamos a continuación: i) propiciar la Integración de eslabones –puesto que en la actualidad cada ente actúa motivado por su bienestar particular-, que se lograría mediante la implementación de un sistema de información que envíe la información desde los expendios hasta los responsables de realizar la planeación de la producción; ii) tratar de reducir los tiempos de entrega del producto, lo cual podría lograrse introduciendo mejoras a los procesos productivos y a los procesos administrativos de despacho; iii) utilizar el stock de seguridad para ayudar a cubrir la demanda, porque en la actualidad se presentan períodos con faltante de producto y simultáneamente con inventario de seguridad, cuando deberían ser variables excluyentes.

## Agradecimientos

El agradecimiento especial a la Universidad Continental de Perú por otorgar los recursos necesarios para el desarrollo de esta investigación; también a las empresas Ajeper y Bavaria por suministrar datos imprescindibles para el modelado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Holweg M, Disney SM, Holmström J, Småros J. Supply chain collaboration: making sense of the strategy continuum, *European Management Journal*; 2005.
2. Martín-Andino Ramón. El efecto látigo (bullwhip) en las cadenas de suministro y la dependencia de los agentes que las integran. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Pontificia Comillas; 2006.
3. Sancar Urun. Quantification of the Bullwhip Effect. Department of

- Management Information Systems – Bogazici University; 2003.
4. Companys R. Diseño de sistemas productivos y logísticos. EPSEB-UPC; 2005.
  5. Stadtler H. Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software, and Case Studies. Springer-Verlag-Berlin; 2008.
  6. Forrester JW. Industrial Dynamics, Portland (OR): Productivity Press; 1961.
  7. Metters R. Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of Operations Management*. 1997; 15(2): 89-100
  8. Flood R, Jackson M. Creative Problem Solving. Total Systems Intervention. 1ª ed. California: John Wiley & Sons; 1991.
  9. Alonso I, Álvarez Y. El proceso de toma de decisiones en entornos complejos: Una aplicación metodológica. España: Universidad de Oviedo, Facultad de Ciencias Económicas; 2000.
  10. Torres M, Uribe P. El juego de la cerveza. Chile: Universidad Tecnológica Metropolitana; 2006.

# Marketing social corporativo en el sector hostelero: una revisión sistemática

## Corporate social marketing in the hostelry industry: a systematic review

Gerard Costa Guix<sup>1</sup>, Mar Vila Fernández-Santacruz<sup>2</sup>, Susana Valdés<sup>3</sup>  
ESADE, Universidad Ramon Llull, España

### RESUMEN

**Objetivos:** Determinar la incidencia de las diferentes vertientes del marketing social corporativo en el sector hostelero. **Métodos:** Investigación realizada con una metodología cualitativa de revisión sistemática de las investigaciones previas. **Resultados:** Las peculiaridades del sector hostelero han sido ampliamente investigadas en términos de responsabilidad social empresarial; pero su potencial utilización como ventaja competitiva y las tipologías posibles de actuación estructuradas por varios autores en forma de marketing social corporativo son más recientes y desarrolladas en menor grado. Los principales resultados muestran que las actividades se centran en gran parte en el área de las prácticas empresariales socialmente responsables y en aquellas vinculadas a aspectos medioambientales, con un amplio espectro de actividades adicionales a realizar. **Conclusiones:** Las empresas del sector hostelero tienen la oportunidad y el desafío de utilizar sus actividades de responsabilidad social empresarial como una ventaja competitiva. Por esta razón, sin duda será necesario profundizar mediante investigaciones empíricas en el uso y los resultados de las políticas de marketing social corporativo en el sector hostelero en el futuro.



Gerard Costa G.

gerard.costa@esade.edu

**Palabras clave:** Sector hostelero, marketing social corporativo, responsabilidad social corporativa, ventaja competitiva, revisión sistemática.

1 Dr. en Administración y Dirección de Empresas. Investigador del Grupo de Gestión de Empresas Turísticas (GRUGET); profesor del dpto. de Dirección de Marketing, Escuela Superior de Administración y Dirección de Empresas (ESADE) de la Universidad Ramon Llull (URL).

2 Dra. en Administración y Dirección de Empresas. Investigadora principal del GRUGET, y profesora titular del dpto. de Control y Dirección Financiera, ESADE-URL.

3 Lic. en Administración y Dirección de Empresas. Investigadora del GRUGET, y colaboradora académica del dpto. de Dirección de Marketing, ESADE-URL.

## ABSTRACT

**Objectives:** To determine the incidence of different aspects about corporate social marketing in the hostelry sector.

**Methods:** The research was realized with a qualitative methodology of previous research's systematic review. **Results:** The hostelry industry's peculiarities have been extensively investigated on corporate social responsibility terms; but its potential use as a competitive advantage and the possible action typologies structured by many authors in corporate social marketing form are newer and developed in lesser degree. The main results show that activities are focused largely on the business practices' area socially responsible and on which are linked to environmental aspects, with a broad spectrum of additional activities to realize. **Conclusions:** Companies in the hostelry industry have the opportunity and the challenge to use their activities of corporate social responsibility as a competitive advantage. For this reason, it will certainly be necessary to deepened through empirical research in the use and the corporate social marketing policies' results in the hostelry sector in the future.

**Keywords:** Hostelry industry, corporate social marketing, corporate social responsibility, competitive advantage, systematic review.

## INTRODUCCIÓN

La responsabilidad social empresarial (RSE) es definida por Brown y Dancin (1) como las actividades de una compañía con respecto a sus obligaciones percibidas por la sociedad o como mínimo por sus grupos de interés, y es considerada por Porter y Kramer (2) como una inescapable prioridad para los líderes empresariales en todos los países.

La RSE ha sido investigada en diversos sectores, caso que resulta especialmente relevante en la industria del turismo y la hostelería por sus características: su

visibilidad al escrutinio público, su impacto en transformar las localidades implicadas y el entorno natural, y la interrelación con los empleados y los residentes. Por ello el comportamiento socialmente responsable del sector turismo ha recibido una atención creciente desde la investigación en la pasada década, con trabajos específicos para el Perú como los de Valcuende y de De la Cruz (3) o Ficapal et al (4).

Una preocupación posterior ha sido investigar la relación entre la RSE de una empresa y su valor de mercado. Kotler (5) define el concepto societal marketing como la orientación al cliente que busca generar su satisfacción y su bienestar a largo plazo; y Drumwright y Murphy (6) definen el marketing social corporativo (MSC) como aquellas iniciativas de marketing que tienen al menos un objetivo no económico relacionado con el bienestar social y el uso de los recursos de la sociedad.

Reilly (7) sostiene que los consumidores deberían ver una compañía más favorablemente si soporta causas sociales, y así Maignan y Ferrell (8) identifican varios efectos positivos de los programas de responsabilidad social corporativa (RSC) en los consumidores.

Sen et al (9) detectan como ventajas de la RSE para las compañías los aumentos de los beneficios, la mayor lealtad de los clientes, o una mayor confianza y actitud positiva hacia la marca. Los beneficios que generan han sido analizados por ejemplo para el turismo comunitario en el Perú por Maldonado (10) o Sepúlveda et al (11).

El presente análisis ha detectado la oportunidad de revisar las investigaciones realizadas en el sector hostelería para obtener una categorización de los casos investigados de uso de la RSE y así aumentar el valor de mercado de una compañía. Las categorías las definiremos sobre la base de dos trabajos reconocidos: la clasificación de Kotler (12), y la específica del sector hostelero de Holcomb et al (13).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El método de revisión sistemática tiene su origen en la comunidad médica, y como documentan Denyer y Neely (14) o Tranfield et al (15), posteriormente ha sido adoptada en las ciencias sociales y la investigación sobre la gestión empresarial. Se ha seguido el proceso de tres etapas: planificación, conducción y evaluación.

El objetivo de la planificación ha sido acumular el máximo de estudios basados en evidencias, y se ha consultado a un panel multidepartamental de la Universidad Ramon Llull (URL): Marketing, Ciencias Sociales, Política de Empresa; Instituto de Innovación Social y GRUGET (Grupo de Gestión de Empresas Turísticas). Como resultado obtuvimos una primera identificación desde todas las áreas implicadas de los términos clave a utilizar.

La conducción se realizó con búsquedas en cuatro bases de datos académicas relevantes (Emerald, EBSCO, Ingenta y ProQuest); complementada con búsquedas manuales en journals académicos siguiendo el ranking sectorial de turismo de Law y Van der Veen (16), y con la perspectiva profesional obtenida al consultar la base WARC. El resultado final fue la obtención de 85 investigaciones referidas al uso del marketing social corporativo en el sector hotelero.

La evaluación de la calidad se aplicó con tres criterios: máximo número de citas en Google Académico, las publicaciones más recientes y finalmente aquellas procedentes de publicaciones no especializadas en la RSE.

Con este criterio combinado acabamos aceptando una revisión de 13 investigaciones. Se ha extraído y sintetizado los datos mediante una codificación a través del software Atlas.Ti y el uso de las categorías propuestas por Kotler (12) y Holcomb et al (13).

## RESULTADOS

El método de revisión sistemática ha permitido obtener 13 trabajos empíricos, listados en la tabla N° 1, los cuales se analizaron siguiendo las categorizaciones de referencia, para obtener una mejor comprensión de las áreas que han sido más identificadas y cuáles quedan pendientes de profundizar.

Holcomb et al (13) consideran cinco grandes áreas de RSE utilizables en marketing social corporativo. Las políticas medioambientales son las más presentes, área que impulsa la proactividad medioambiental, una diferenciación del producto en la industria hotelera. Las demás políticas consideradas han aparecido preferentemente desde el 2005, y están vinculadas a las relaciones con la comunidad local más allá de la simple filantropía, a las relaciones con el equipo de trabajadores, al mercado y a la relación con los valores y visión de la propia organización.

Kotler (12) define seis subcategorías de actividades de marketing social corporativo. Las predominantes son la filantropía corporativa, en forma de donaciones caritativas, que está presente hasta en el 80% de los hoteles investigados; y las prácticas empresariales socialmente responsables, como la gestión de residuos, compras o uso de energía. También hay diversas prácticas detectadas en promoción de causa, con empresas que incentivan que empleados y clientes apoyen causas locales, programas corporativos de asociación con organizaciones de caridad; y en voluntariado corporativo, que motiva a los empleados a realizar voluntariado en la comunidad. Finalmente, hay dos categorías sin actividades detectadas: el marketing con causa y el marketing social corporativo.

Como resultado final, todos los artículos identificados han sido analizados en las áreas estudiadas, y clasificados sobre la base de ambos criterios.

Tabla N° 1: Categorización de artículos identificados y revisados con la metodología

Artículos	Área estudiada	Kotler	Holcomb
Códigos Kotler	PESR: Prácticas empresariales socialmente responsables FS: Filantropía corporativa PC: Promoción de causa VC: Voluntariado corporativo		
Códigos Holcomb	MA: Medioambiente C: Comunidad M: Mercado ET: Equipo de trabajo VV: Visión y Valores		
Han et al (17)	Protección medioambiental, gestión de residuos, compras, uso de la energía, prácticas de conservación	PESR	MA
bohdanowicz y Zientara (18)	Calidad de vida en la comunidad huesped, donaciones, caridad, compra comercio justo y bienestar de los empleados	PESR FC PC VC	MA C M ET
Wildes (19)	Iniciativas de medioambiente y de sostenibilidad RSE en la estrategia corporativa. Soporte a la comunidad local y cultura, comercio justo.	PESR FC	MA C
Claver Cortés et al (20)	Medio ambiente	PESR	MA
Kasim (21)	Medio ambiente	PERS	MA
Ayuso (22)	Medio ambiente, iniciativas sostenibilidad	PESR	MA
Holcomb et al (13)	Donaciones, caridad, programa voluntariado empleados, políticas de diversidad hacia socios.	PESR FC VC	C M ET MA VV
Manaktola y Jauhari (23)	Medio ambiente	PESR	MA
Erdogan y Baris (24)	Protección medioambiental, gestión de residuos, compras, uso energía, prácticas de conservación.	PESR	MA
Van der Merwe y Wocke (25)	Medioambiente. Nivel de implantación de RSC y prácticas responsables.	PESR FC PC	MA C M VV
Ashley y Haysom (26)	Filantropía, medioambiente y soporte a comunidad local	PESR FC	MA C
Jones et al (27)	Mercado puestos de trabajo, medioambiente y comunidad.	PESR PC FC	MA C M ET
Bohdanowicz (28)	Medioambiente	PESR	MA

## DISCUSIÓN

Las investigaciones precedentes han detectado dos grandes áreas de prácticas empresariales en marketing social corporativo que busquen generar ventajas competitivas desde el atractivo social de una empresa en hostelería: aquellas vinculadas a la gestión medioambiental, y las prácticas de negocio socialmente responsables. Hemos analizado cómo en el resto de áreas potenciales hay oportunidades de desarrollar actividades de RSE que sean utilizadas para aumentar el valor de mercado, tal y como está ocurriendo en otros sectores.

La primera gran actividad que ya se está desarrollando es la filantropía corporativa, que ha evolucionado de la simple caridad a una actividad que implica al resto de grupos de interés, sean empleados o clientes.

El segundo grupo de actividades que crecerán en el sector hostelero, debido a sus peculiaridades específicas, son los aspectos vinculados a fuerza de trabajo, impacto en la comunidad y mercado local. Aún y habiendo identificado cómo son pequeños los segmentos de clientes interesados en estas actividades, hay sin duda una posibilidad de crear ventajas competitivas mediante acciones socialmente responsables en estos ámbitos. El último reto para el sector será desarrollar las actuaciones todavía incipientes vinculadas a la visión y valores de la organización, aquellas generadas desde el propio posicionamiento de RSE.

Una recomendación para futuras investigaciones es profundizar en el efecto del marketing social corporativo sobre el consumidor final. Adicionalmente a los trabajos de Lafferty y Goldsmith (29), y de Sen et al (9), resulta pertinente también profundizar sobre cuál es el impacto diferencial de cada una de las categorías de actividades del marketing social corporativo que han sido investigadas, cuáles son preferidas, o si generan comportamientos como un aumento de la fidelidad o de la recomendación boca en boca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brown TJ, Dacin PA. The company and the product: corporate associations and consumer product responses. *The Journal of Marketing*. 1997; 68-84.
2. Porter M, Kramer MR. *Strategy & Society. The link between competitive advantage and corporate social responsibility*. *Harv Bus Rev*. 2006; december:78-92.
3. Valcuende del Río JM, De la Cruz Quispe L. Turismo, poblaciones locales y organizaciones no gubernamentales: un análisis de caso en Madre de Dios (Perú). *Comité Editorial Director: Agustín Santana Talavera* 2009; 7:179.
4. Ficapal J, Guix M, Caller F, Pamies MA. Turismo responsable y desarrollo humano, caso práctico en Perú.
5. Kotler P. What Consumerism Means for Marketers. *Harvard Business Review* 1972; 50: 48-57.
6. Drumwright M, Murphy E. In: Bloom PN, Gundlach GT, editors. *Corporate Societal Marketing; Handbook of Marketing and Society* Thousand Oaks, CA: Sage Publications; 2001. p. 162-183.
7. Reilly J. Charitable Works Sells at a Number of Firms. *Marketing News* 2000 09:46.
8. Maignan I, Ferrell OC. Corporate Social Responsibility and Marketing: An Integrative Framework. *Journal of the Academy of Marketing Science* 2004 / Winter;32(1):3-19.
9. Sen S, Bhattacharya CB, Korshun D. The role of corporate social responsibility in strengthening multiple stakeholder relationships: a field experiment. *Journal of the Academy of Marketing Science* 2006;34:158-166.
10. Maldonado C. Pautas metodológicas para el análisis de experiencias de turismo comunitario. *International Labour Office*; 2005.
11. Sepúlveda H, Basurto R, Vizcarra Y. Plan estratégico para el desarrollo del turismo rural comunitario en la región Cusco 2013.
12. Kotler P, N. Corporate Social

- Responsibility: Doing the Most Good for Your Company and Your Cause. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2005.
13. Holcomb JL, Upchurch RS, Okumus F. Corporate social responsibility: what are top hotel companies reporting? *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 2007; 19(6):461-475.
  14. Denyer D, Neely A. Introduction to special issue: innovation and productivity performance in the UK. *International Journal of Management Reviews* 2004;5(3-4):131-135.
  15. Tranfield D, Denyer D, Smart P. Towards a methodology for developing evidence informed management knowledge by means of systematic review. *Br J Manage* 2003;14(3):207-222.
  16. Law R, Van der Veen R. The popularity of prestigious hospitality journals: a Google Scholar approach. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 2008;20(2):113-125.
  17. Han H, Hsu LJ, Sheu C. Application of the theory of planned behavior to green hotel choice: Testing the effect of environmental friendly activities. *Tourism Management* 2010;31(3):325-334.
  18. Bohdanowicz P, Zientara P. Hotel companies' contribution to improving the quality of life of local communities and the well-being of their employees. *Tourism & Hospitality Research* 2009 02;9(2):147-158.
  19. Wildes VJ. How can organizational leaders really lead and serve at the same time? *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 2008 01;20(1):67-78.
  20. Claver-Cortés E, Molina-Azorín JF, Jorge Pereira-Moliner, López-Gamero MD. Environmental Strategies and Their Impact on Hotel Performance. *Journal of Sustainable Tourism* 2007 11; 15(6):663-679.
  21. Kasim A. Corporate environmentalism in the hotel sector: evidence of drivers and barriers in Penang, Malaysia. *Journal of Sustainable Tourism* 2007; 15(6):680-699.
  22. Ayuso S. Comparing voluntary policy instruments for sustainable tourism: The experience of the Spanish hotel sector. *Journal of Sustainable Tourism* 2007;15(2):144-159.
  23. Manaktola K, Jauhari V. Exploring consumer attitude and behaviour towards green practices in the lodging industry in India. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 2007;19(5):364-377.
  24. Erdogan N, Baris E. Environmental protection programs and conservation practices of hotels in Ankara, Turkey. *Tourism Management* 2007; 28(2):604-614.
  25. Van der Merwe M, Wocke A. An investigation into responsible tourism practices in the South African hotel industry. 2007.
  26. Ashley C, Haysom G. From philanthropy to a different way of doing business: strategies and challenges in integrating pro-poor approaches into tourism business. *Development Southern Africa* 2006; 23(2):265-280.
  27. Jones P, Comfort D, Hillier D. Reporting and reflecting on corporate social responsibility in the hospitality industry: A case study of pub operators in the UK. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 2006;18(4):329-340.
  28. Bohdanowicz P. European Hoteliers' Environmental Attitudes Greening the Business. *Cornell Hotel & Restaurant Administration Quarterly* 2005;46(2):188-204.
  29. Lafferty BA, Goldsmith RE. Cause-brand alliances: does the cause help the brand or does the brand help the cause. *Journal of Business Research* 2005; 58(423-431).

# Interés vocacional-profesional y rendimiento académico en los estudiantes de la Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012

## Professional vocational interest and academic performance in the students from the Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012

Félix Rodríguez Isidro<sup>1</sup>  
Universidad Nacional del Centro del Perú

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la relación que existe entre el interés vocacional-profesional y el rendimiento académico en los cursos de especialidad de los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo 2012. **Método:** La investigación fue de nivel descriptivo correlacional. La muestra estuvo constituida por los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Facultad de Educación de la UNCP durante el semestre 2012. La selección se realizó mediante muestreo aleatorio simple. **Resultados:** Con un nivel de significancia del 5 %, hay evidencia estadística suficiente para afirmar que existe correlación positiva entre el interés vocacional-profesional y el rendimiento académico en los cursos de especialidad de los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional del Centro del Perú. **Conclusiones:** El interés vocacional-profesional influye favorable y significativamente en el rendimiento académico en los cursos de especialidad que desarrollan los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Facultad de Educación de la UNCP, semestre 2012. El rendimiento académico en los cursos de especialidad es de normal promedio (media de 13,43) en los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Facultad de Educación de la UNCP - Huancayo.



Félix Rodríguez

rif95@hotmail.com

**Palabras clave:** Interés vocacional, rendimiento académico, estudiantes universitarios.

<sup>1</sup> Psicólogo, Magister en Docencia Universitaria.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the relationship between vocational-professional interest and the academic performance in specialism subjects of first and third cycle students from the Primary Education Professional School in the Education Faculty at the "Universidad Nacional del Centro del Perú" - Huancayo 2012. **Methods:** The research has correlational descriptive level. The sample was formed by first and third cycle students from the Education Faculty at UNCP during the semester 2012. The selection was made by simple random sampling. **Results:** With a significance level of 5%, there is enough statistical evidence to affirm that there is positive correlation between the vocational-professional interest and the academic performance in specialism subjects of the first and third cycle students from the Education Faculty at the "Universidad Nacional del Centro del Perú". **Conclusions:** The vocational-professional interest affects positive and significantly in the academic performance in specialism subjects that have the first and third year students from the Education Faculty at the UNCP, semester 2012. The academic performance in specialism subjects is in normal average (mean of 13,43) Table No. 5 and 6 in first and third year students from the Education Faculty at the UNCP – Huancayo.

**Keywords:** Vocational Interest, academic performance, university students.

## INTRODUCCIÓN

En muchas instituciones de nivel universitario de la ciudad de Huancayo se observa que en los últimos años se ha implementado diferentes tipos y niveles de selección de los estudiantes para su ingreso a una especialidad en la Facultad de Educación; sin embargo, no existe un estudio sistemático y actualizado sobre la naturaleza y características de estos exámenes de selección o pruebas de admisión que

involucre los intereses vocacionales y profesionales del candidato. De la misma forma, se observa que muchos estudiantes ingresan a una especialidad solo como un medio de "efecto trampolín" para pasarse a otras especialidades, o en otros casos, ingresan a una especialidad por simple sugerencia o imposición de sus padres sin tener interés vocacional-profesional adecuado para dicha especialidad.

Estas dificultades y contradicciones repercuten negativamente en el proceso de aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes en los diversos cursos de especialidad, caso sobre el que tampoco se ha hallado investigaciones ni estudios que reflejen esta realidad y así plantear las alternativas más adecuadas.

En la Facultad de Educación de la UNCP de Huancayo también se viene aplicando exámenes de selección para el ingreso de los estudiantes en las diversas especialidades, sin explorar el interés vocacional-profesional, y en muchas ocasiones ellos se ubican para completar las vacantes. Como consecuencia de esta situación, se observa un bajo nivel de rendimiento académico en los estudiantes, en algunos casos se ha encontrado deserciones, traslados y descontento.

Por esta razón la conveniencia de investigar en forma descriptiva y analítica el interés vocacional-profesional y el rendimiento académico de los estudiantes en la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la UNCP, con el propósito de conocer esta realidad y plantear las alternativas convenientes.

La psicología como marco de reflexión científica sobre la conducta vocacional ha situado los intereses en un lugar privilegiado, otorgándoles un valor nuclear en la decisión vocacional del individuo, caso que resulta fundamental para el análisis de los procesos de elección vocacional y especialmente en los denominados momentos vocacionales críticos. Son en estos momentos de "encrucijada" cuando el estudiante cambia de etapa y tiene

que elegir itinerarios educativos con distinto componente profesionalizador, donde deberá decidirse entre la amplia lista de titulaciones universitarias y la formación profesional específica de grado universitario.

Al revisar la investigación sobre los factores mediacionales de los intereses profesionales, encontramos una tendencia a realizar meros estudios correlacionales, que se centran aisladamente en los componentes que afectan a su determinación; así disponemos de estudios sobre la relación unidireccional entre variables como aptitudes, género, estatus socio familiar, rendimiento académico, personalidad, estilos cognitivos, autoeficacia, autoestima y otras que pueden afectar directamente a los intereses profesionales. Sin embargo, se han realizado muy pocas investigaciones sobre modelos que integren las interacciones e interrelaciones entre tales componentes.

A nivel nacional podemos citar a Damaris Díaz, y su tesis titulada: "Perfil vocacional y rendimiento escolar en universitarios en la universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo, para optar el grado académico de Magíster en Psicología Educativa. En su conclusión N° 2 define que los intereses vocacionales señalan dos tendencias: por un lado, muestra que el rendimiento escolar en la carrera de Psicología es mayor cuando los alumnos mantienen un menor interés en las áreas de mecánica y cálculo y, por otro, los alumnos que obtienen un mayor rendimiento reflejan mayor interés en las áreas persuasivo, musical y servicio social.

Nos encontramos, por tanto, con una necesidad no suficientemente cubierta aún por la teoría de la orientación profesional, la necesidad de desarrollar modelos teóricos de los mediadores más significativos en la configuración de los intereses profesionales, que adopten una perspectiva más global, más allá del simple listado de taxonomías de componentes importantes, para ofrecernos una información explicativa de cómo operan los componentes de manera sistemática. Es decir, se nos presenta el problema de integrar dentro de un modelo

conceptual de correlación de las diversas variables que actúan como mediadores en la configuración de los intereses profesionales de los estudiantes y proceder a su contrastación.

Establecer un modelo de correlaciones de las dos variables que intervienen como mediadores de los intereses profesionales, exige, epistemológicamente, en primer lugar, decidir el marco teórico desde el que debemos fundamentar el modelo postulado, para no caer en una mera acumulación de datos empíricos sin relevancia científica.

Establecer un modelo de correlaciones de las dos variables que intervienen como mediadores de los intereses profesionales, exige, epistemológicamente, en primer lugar, decidir el marco teórico desde el cual fundamentar el modelo postulado, para no caer en una mera acumulación de datos empíricos sin relevancia científica. Se ha optado como marco de referencia de la investigación la teoría cognitiva social formulada por Bandura (1) por un lado, y la teoría del autoconcepto vocacional de Super (2) por otro, y partiendo de éstas, nos basaremos en la concepción del Interés vocacional – profesional de Vicuña (3), quien asume la vocación como un constructo teórico cuyo sustento es el interés, entendido como un componente adquirido de la motivación que actúa cuando se toma conciencia de su ausencia o distanciamiento, movilizándolo los mecanismos de la impulsión haciendo que la persona dirija su comportamiento para conseguirlo. El interés puede ser intrínseco o extrínseco.

Los intereses profesionales, más allá de las predisposiciones genéticas, son fundamentalmente aprendizajes sociales, en el marco sociohistórico de una determinada cultura. Como pretendemos comprobar, los factores socioambientales de género, estatus sociofamiliar, estatus académico y el centro donde se realizan los estudios, por su relación directa con los intereses profesionales, pueden afectar significativamente a las diferencias que encontramos en la de los mismos durante

la etapa de educación secundaria. Ahora bien, es necesario también comprender las variables de proceso, cognitivo-mediacionales, que en el marco de un conjunto de factores socioambientales, operan en los estudiantes a la hora de cristalizar en una determinada disposición sus intereses profesionales.

El conocimiento de estos procesos cognitivo-mediacionales, es decir la relación de su rendimiento académico como muestra de su madurez cognoscitiva, nos permitirá desde el ámbito universitario diseñar programas educativos en el marco de la "educación para la carrera" (insertos en el propio

configuran la estructura de los intereses profesionales de los estudiantes, puede permitirnos además la elaboración de programas de educación familiar que faciliten la superación de prácticas y estereotipos sociofamiliares que sesgan la distribución normal de los intereses profesionales de nuestros adolescentes y jóvenes. Asimismo, aunque resulte ambicioso, no por ello es menos necesario, la fundamentación de las propuestas o sugerencias nos permitiría proponer recomendaciones para que desde los medios de comunicación, principalmente desde la publicidad y las series televisivas, se modifiquen determinados estereotipos



Figura N° 1: Las campañas de orientación vocacional promueven el interés vocacional, variable que influye significativamente en el rendimiento de los universitarios.

currículo), que hagan a los estudiantes más conscientes (y por ende más libres) de cómo han llegado a construir sus cogniciones y afectos sobre las ofertas de actividades profesionales que la sociedad les ofrece. Conciencia necesaria pero no suficiente, como primer paso, para aprovechar las oportunidades profesionales de un mercado laboral flexible y cambiante como el que va a caracterizar sus vidas profesionales en el marco de la nueva sociedad global.

Una mejor comprensión de los procesos de aprovechamiento académico que

socioprofesionales, que constituyen experiencias vicarias que a través de los procesos del modelado social ejercen un significativo influjo en los futuros intereses profesionales de nuestros jóvenes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de este estudio es descriptivo correlacional, debido a que busca una

relación entre el interés vocacional-profesional y el rendimiento académico de los cursos de especialidad que desarrollan los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Facultad de Educación de la UNCP – Huancayo.

El diseño de la investigación es no experimental porque no existe una variable a la cual se va a manipular; es decir, se observan situaciones ya existentes, no provocadas como en los estudios experimentales o cuasiexperimentales. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas ni tener control sobre ellas, porque ya sucedieron al igual que sus efectos. Es de corte transversal porque se recoge la información en un solo momento en el tiempo con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Para la contrastación de las hipótesis se usó técnicas estadísticas donde la mayoría de estos análisis estuvieron centrados en los usos y la interpretación de los métodos, más que en los procedimientos de cálculo, debido a que en la actualidad los análisis se realizan con la ayuda de una computadora y no manualmente.

La población estuvo constituida por los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Escuela Profesional de Educación Primaria de Facultad de Educación de la UNCP de la ciudad de Huancayo, quienes representan un total de 51.

La muestra estuvo representada por los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la UNCP de la ciudad de Huancayo, constituidos por un

Tabla N° 1: Distribución de la muestra de estudiantes por ciclo de estudio.

Ciclo	N° de estudiantes	Porcentaje
Ciclo I	15	42,9 %
Ciclo III	20	57,1 %
Total	35	100,0 %

total de 35 (tabla N° 1) y pertenecientes al semestre 2012-1.

El diseño muestral fue probabilístico estratificado, donde cada elemento de la población o cada estudiante en este caso tiene la misma probabilidad de ser seleccionado. La estratificación se realizó por ciclo de estudio, considerando que los estudiantes de un ciclo y otro no llevan las mismas asignaturas.

El tamaño de la muestra fue de 35 estudiantes. Esta cantidad se distribuyó mediante afijación proporcional; es decir, de los 35 estudiantes de Educación, 15 fueron seleccionados del primer ciclo y 20 del tercer ciclo.

La selección de la muestra se realizó mediante muestreo aleatorio simple, tomando como marco muestral el listado de estudiantes en cada ciclo y generando una lista de números aleatorios con el

Tabla N° 2: Distribución de la población y la muestra por cada ciclo.

Población		Muestra	
Estrato	Tamaño	Estrato	Tamaño
N1	21	n1	15
N2	30	n2	20
N	51	n	35

Fuente: Nómina de matrícula oficial de la UNCP.

programa Excel, que permitió identificar qué estudiantes deberían ser seleccionados (tabla N° 2).

En la recolección de datos, se aplicó la técnica de Psicometría y su instrumento, el cuestionario de exploración vocacional, inventario de intereses vocacionales CASM adaptado y revisado en Huancayo el 2010,

Tabla N° 3: Distribución de la muestra de estudiantes por ciclo de estudio.

Género	Ciclo I	Ciclo III	Total	Porcentaje
masculino	1	4	5	14 %
Femenino	14	16	30	86 %
Total	15	20	35	100,0 %

para estudiantes del primer ciclo de la Facultad de Educación. Asimismo, se aplicó la técnica de análisis documental, cuyo instrumento es el registro de notas.

Tabla N° 4: Distribución porcentual de los estudiantes según su interés vocacional por las Ciencias Sociales en cada ciclo y en total.

Ciclo de estudios	Interés por las CC.SS			Total
	Alto	Indeciso	Bajo	
Ciclo I	47 %	40 %	13 %	100 %
Ciclo III	30 %	45 %	25 %	100 %
Total	77 %	43 %	20 %	100 %

## RESULTADOS

### Presentación y análisis de las características sociodemográficas

Tabla N° 5: Estadísticas de las notas obtenidas en los cursos de especialidad por los estudiantes del primer ciclo en el semestre 2012-1.

Asignatura	Mín	Mín	Media	Desv. típ	Coef. var.
Pedagogía y Ciencias de la Educación	12,0	15,3	13,27	1,02	8 %
Corrientes pedagógicas y modelos didácticos	11,0	15,7	13,19	1,21	9 %
Salud e higiene para educación primaria	12,3	14,7	13,01	0,65	5 %
Aprestamiento para lectura, escritura y matemática	11,0	13,7	12,16	0,83	7 %
Rendimiento académico	12,2	14,3	12,91	0,56	4 %

Fuente: Actas promocionales de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Tabla N° 6: Estadísticas de las notas obtenidas en los cursos de especialidad por los estudiantes del tercer ciclo en el semestre 2012-1.

Asignatura	Mín	Mín	Media	Desv. típ	Coef. var.
Diseño y diversificación curricular	12,0	17,0	14,65	1,42	10%
Psicología educativa y del aprendizaje	15,3	16,7	15,96	0,30	2%
Didáctica de la matemática	9,3	16,3	13,18	1,70	13%
Didáctica del lenguaje	10,3	13,0	11,93	0,67	6%
Rendimiento académico	12,3	14,9	13,94	0,71	5%

Fuente: Actas promocionales de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

En la Tabla N° 2 puede observarse que el número de estudiantes en el tercer ciclo es mayor que en el primero, lo que indica que el número de ingresantes a la carrera de Educación en la UNCP está disminuyendo y la razón puede ser por la falta de motivación e interés por la docencia.

Otro aspecto interesante es el número de estudiantes varones en educación primaria. Según la Tabla N° 3 los varones representan apenas el 14 % de la población estudiantil, mientras que la presencia de las mujeres en esta especialidad alcanza el 86 %.

### Presentación y análisis de la variable interés vocacional-profesional por las CC.SS.

La tabla N° 4 muestra los resultados de la aplicación del Inventario de Intereses Vocacionales CASM, muestran que el 77 % de los estudiantes en ambos ciclos tiene un alto interés por las CC.SS., área en el que se encuentra ubicado la carrera profesional.

## Presentación y análisis de la variable rendimiento académico

La Tabla N° 5 muestra las estadísticas de las notas de los estudiantes del primer ciclo en los cursos de especialidad. Con una nota promedio de 12,91 y una desviación estándar de 0,56, el resultado puede considerarse como rendimiento normal promedio por parte de los estudiantes. El 13,33 % de alumnos alcanzaron notas de 15 en las asignaturas de Pedagogía y Ciencias de la Educación y Corrientes pedagógicas y modelos didácticos.

al cual pertenece la carrera profesional de Educación.

## DISCUSIÓN

Se ha demostrado con un nivel de significancia del 5% que existe una correlación positiva entre el interés vocacional-profesional y rendimiento académico en los cursos de especialidad de los estudiantes de la Facultad de Educación de la UNCP - Huancayo 2012.



Figura N° 2: Charla de orientación vocacional.

Fuente: Diario El País, España, <http://blogs.elpais.com/ayuda-al-estudiante/2013/05/elegir-carrera-ya-no-es-lo-que-era.html>

La Tabla N° 6 muestra las estadísticas de las notas de los estudiantes del tercer ciclo en los cursos de especialidad. Con una nota promedio de 13,94 y una desviación estándar de 0,71, las notas son superiores a la de los estudiantes del primer ciclo. El 10% de estudiantes alcanzaron notas de 16 y 17 en las asignaturas de Diseño y diversificación curricular y Psicología educativa y del aprendizaje, esto corrobora a que los estudiantes del tercer ciclo poseen en un 77 % el interés vocacional-profesional en el área de ciencias sociales

También se ha logrado comprobar que la preferencia vocacional de la persona es un proceso evolutivo que expresa la idea de la persona que es, ya que al ingresar en una profesión trata de poner en práctica el concepto que tiene de sí mismo (autoconcepto), y estableciéndose ya en los cursos de especialidad consigue la actualización de sus conocimientos que se ve expresado en su rendimiento académico. Estas preferencias, cambian con el tiempo y la experiencia, aunque los conceptos de sí mismos son bastante estables desde la adolescencia hasta madurez como lo

manifiesta Super.

El interés vocacional-profesional influye favorable y significativamente en el rendimiento académico en los cursos de especialidad que desarrollan los estudiantes del primer y tercer ciclo de la Facultad de Educación de la UNCP – Huancayo 2012.

Los alumnos que tienen una adecuada orientación vocacional en la educación básica regular y en la admisión para los estudios universitarios obtienen mejor rendimiento académico en los cursos de especialidad ya que éstas son de gran motivación por desarrollar capacidades y competencias que pertenecen al área de su interés vocacional – profesional.

Ello demuestra que los adolescentes con una adecuada orientación en los intereses vocacionales y profesionales, pueden tomar decisiones con respecto a su futuro profesional ya que esto se hace en las edades de la adolescencia como lo dice Rocabert (4), corroborado por Gil y Hernández (5), quien conjetura que los intereses vocacionales y profesionales ya se encuentran cristalizadas al término de la secundaria.

y preferencias vocacionales. [Tesis doctoral], Valencia: Valencia; 1987.

5. Gil JM. Información vocacional: estrategias y técnicas de intervención. In F. R. Martínez. Madrid: Síntesis; 1995.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bandura A. Pensamiento y acción, fundamentos sociales. Barcelona: Martínez Roca; 1986.
2. Super DE. A vocational interest patterns: A study in the psychology of avocations. Palo Alto CA: Stanford University Press. 1940.
3. Vicuña L. Elaboración del inventario de intereses vocacionales para carreras técnicas y de oficio. Revista de investigación en Psicología. 2002; 05(01): 117-140.
4. Rocabert, E. La opción universitaria: un sistema de exploración de la conducta vocacional basado en los intereses

# Apuntes sobre encuestas electorales

## Notes about election polls

Luis Benavente Gianella<sup>1</sup>  
Instituto Universitario Ortega y Gasset de Madrid

### INTRODUCCIÓN

Las encuestas preelectorales suelen despertar gran interés por el valor predictivo que se les puede atribuir o que puedan tener, y por el efecto que puedan generar en los votantes. También se usan como herramienta efectiva para el manejo de las campañas de los candidatos. Existen tres tipos de encuestas electorales: preelectorales, boca de urna y postelectorales, en cada caso cumplen funciones diferentes en relación con los procesos electorales. Philippe Maarek (1) considera que la publicación de encuestas preelectorales influye en la decisión de voto mediante efectos directos e indirectos.

Es en coyunturas preelectorales cuando las encuestas suelen concitar la mayor atención, especialmente por el valor predictivo que se les puede atribuir o que puedan tener, y por el efecto que puedan generar en los votantes, de manera especial en los indecisos, que constituyen un porcentaje usualmente muy alto durante casi toda la etapa preelectoral. Esto hace que las encuestas sean controvertidas y discutidas en el mundo.

En los procesos electorales, las encuestas también son utilizadas como una herramienta efectiva para el manejo eficiente de las campañas de los candidatos, asumiendo de esta manera un papel protagónico y permanente en las campañas.

Además de sus implicancias electorales, las encuestas tienen asimismo presencia en la vida política institucional en épocas no electorales.



Luis Benavente

[luis.benavente@voxpopuli.pe](mailto:luis.benavente@voxpopuli.pe)

Actualmente son utilizadas para conocer la opinión de los ciudadanos acerca de diversos temas políticos, económicos y sociales. Las encuestadoras realizan sondeos periódicos sobre todos estos aspectos que son difundidos a través de los medios de comunicación, alimentando de este modo el debate político.

En la actualidad, las encuestas de opinión son una práctica habitual en todos los países con regímenes democráticos, constituyéndose en un instrumento de medición de la opinión de los ciudadanos.

<sup>1</sup> Licenciado en Ciencias de la Comunicación y magíster en Administración, graduado por la Universidad de Lima. Actualmente se desempeña como director de Vox Populi Comunicación y Marketing, y profesor principal del Máster en Comunicación Política e Institucional del Instituto Universitario Ortega y Gasset de Madrid, y del Máster en Campañas Electorales del Jurado Nacional de Elecciones. Fue director del Grupo de Opinión Pública de la Universidad de Lima (1994-2002).

## Historia de las encuestas de opinión

Desde la aparición de la primera encuesta preelectoral en el diario *Harrisburg Pennsylvanian* en 1824 con motivo de la elección presidencial en los Estados Unidos, muchísimo es lo que se ha hecho y dicho en relación con las encuestas de opinión. Sin embargo, es a partir de la cuarta década del siglo pasado que las encuestas recién cuentan con el rigor del método muestral, que de manera accidental descubrió George Gallup, un periodista y matemático -rara y potente combinación- de 35 años que fundó el Instituto Americano de Opinión Pública -luego se llamaría simplemente Gallup- en los Estados Unidos.

En 1936 Gallup utilizó su flamante método muestral y entrevistó solo a 3 000 ciudadanos y pronosticó que Roosevelt obtendría el 56% de los votos y ganaría la elección.

*Literary Digest* había enviado el cuestionario a nada menos que 2 millones 300 mil votantes -una cantidad suficientemente grande como para asegurarse un resultado confiable, independientemente del número de ciudadanos que respondiera- y declaró que Alfred Landon del Partido Republicano ganaría la elección al demócrata Franklin D. Roosevelt y sería el nuevo presidente de los Estados Unidos. El sondeo dio solo 42% de los votos a Roosevelt.

Concluido el conteo oficial, Roosevelt ganó con el 61% de los votos. Gallup y su método muestral también ganaron. *Literary Digest* y su método no científico perdieron. Poco después dejó de funcionar.

George Gallup había descubierto la técnica del muestreo de manera casual. Una mañana estaba en una granja, metió la mano a un saco y recogió un puñado de granos blancos y negros, los contó, 42 eran blancos y 20 negros. Hizo esto varias veces y cada vez que sacaba un puñado de granos encontraba una proporción de granos muy parecida.

Luego se supo que los sacos contenían granos en una proporción de dos a uno. Gallup concluyó que si una muestra representa a un todo, lo reproducirá siempre. Buscó extrapolar su experiencia a la población nacional de los Estados Unidos. La muestra debía reproducir la misma proporción por sexo, clase social, raza, etcétera, al universo de ciudadanos del país.

En 1945 la sucursal de Gallup en el Reino Unido pronosticó el triunfo de Clement Attlee del Partido Laborista, quien fue elegido primer ministro al vencer a Winston Churchill del Partido Conservador. El sondeo de Gallup fue contra la corriente, pues Churchill era considerado fijo por la gran simpatía que generaba.

En la campaña presidencial de 1952 en los Estados Unidos, los republicanos realizaron por primera vez encuestas de opinión para determinar expectativas de los ciudadanos y seleccionar temas de campaña para 49 spots televisivos para la candidatura de "Ike" Eisenhower.

En la segunda mitad del siglo veinte, las encuestas se desarrollaron gradualmente en todas las democracias del mundo y se convirtieron en parte importante de las campañas electorales y del sistema político mismo. Han pasado 77 años desde aquel sondeo muestral en los Estados Unidos y hoy las encuestas son una realidad, una polémica realidad.

## Encuestas de opinión

Todas las personas tenemos actitudes, opiniones y conductas en relación con lo que ocurre en muchos aspectos de nuestro entorno, y la estructura de esas actitudes, opiniones y conductas individuales da como resultado el surgimiento de actitudes, opiniones y conductas colectivas.

Los investigadores y los estrategas políticos y sociales obtienen información sobre temas políticos, sociales, económicos, empresariales, culturales, etcétera, mediante el uso de técnicas de investigación,

entre ellas las encuestas de opinión pública.

Los estudios de opinión pública surgieron de la inquietud y necesidad de conocer cómo las personas perciben muchas cosas de la realidad. Así aparecieron las mediciones de opinión pública mediante encuestas, primero con el uso de procedimientos no aleatorios y posteriormente mediante el uso del método cuantitativo del muestreo.

Al ser muy cambiante el medio ambiente social, los estudios de opinión pública deben ser tomados de manera referencial, la opinión pública no es estable, en muchas circunstancias puede cambiar rápida y hasta dramáticamente.

## Encuestas electorales

Las encuestas electorales tienen como objeto los procesos electorales y se realizan antes, durante y después de las elecciones. Se clasifican en tres categorías de acuerdo con el momento en que se realizan y tienen distintos propósitos: encuestas preelectorales, encuestas a boca de urna, encuestas postelectorales.

## Encuestas preelectorales

Tienen una gran importancia pública porque miden la intención de voto y las variaciones de las preferencias por los distintos candidatos durante la etapa preelectoral, generan muchas expectativas en los medios de comunicación, partidos políticos y ciudadanos que pueden ver en estas encuestas un pronóstico de los resultados electorales.

Las encuestas preelectorales también permiten conocer las actitudes políticas y electorales de los votantes y cómo van variando en el tiempo. Esta información es muy valiosa para la prensa, los ciudadanos, los investigadores y los estrategas de campaña.

Permiten medir el clima de opinión de la etapa preelectoral, en el que interviene la acción de los candidatos y sus partidos a través de comportamientos y mensajes

públicos orientados a modificar dicho clima de opinión, así como las campañas negativas que igualmente tienen alto impacto en el devenir de la campaña, la publicidad en medios que también busca persuadir a los votantes, la acción en las redes sociales que ha generado un espacio cada vez más amplio de participación de los ciudadanos mediante opiniones y acceso a la información, los mensajes de la prensa que obviamente intervienen en el proceso de formación de la opinión pública electoral.

Estas encuestas permiten además evaluar a los candidatos, sus atributos, fortalezas y debilidades, su comportamiento preelectoral, sus comunicaciones, las actitudes de distintos segmentos de votantes hacia los candidatos, la transferencia de votos en caso de balotajes, etcétera, un cúmulo de información para manejo de toda aquella persona y organización que esté o se considere involucrada en el proceso político de las elecciones que vienen, es decir, para manejo de muchos.

## Encuestas a boca de urna

Tienen muestras muy grandes que deben cubrir todas las áreas geográficas de la circunscripción electoral, el cuestionario es muy breve, las entrevistas son igualmente breves y se realizan a los votantes al momento de salir del local de votación (*exit poll*) para que confiesen a qué candidato acaban de votar. Si las normas electorales lo admiten, estas encuestas permiten tener resultados ponderados muestrales antes del término de la jornada de votación. De esta manera, al momento de concluir oficialmente la votación, los medios de comunicación disponen de resultados estadísticos no oficiales que comunican públicamente ante una expectativa muy alta de los ciudadanos. Gracias a las telecomunicaciones, estos resultados podrían llegar a ser conocidos simultáneamente en todo el planeta.

## Inconvenientes de las encuestas a boca de urna:

El reporte de la cuota tomada por cada

entrevistador, la organización de la información y el tratamiento de datos, son tres procesos que aun en el caso de ser muy eficientes, demandan tiempos mínimos que condicionan que el trabajo de campo concluya unas horas antes del término oficial de la votación, de manera que la encuesta a boca de urna no registra la confesión de voto de quienes votaron en ese horario, el mismo que resulta fuera de la muestra.

Por distintas razones (vergüenza, temor) hay entrevistados que aceptan la entrevista pero que mienten al confesar su voto, de modo que ese porcentaje se suma al margen de error estadístico y da como resultado una

mesas de votación en una circunscripción electoral. Dichas actas suelen ser publicadas en la puerta del local de votación, a donde acude el representante de la institución o empresa encuestadora para recoger la información y reportarla rápidamente, para lo cual dispone de un eficiente sistema multimodal de comunicaciones con la central de campo y tratamiento de datos.

El diseño de la muestra se hace con el uso de la técnica del muestreo sistemático, que mediante un saltador sistemático permite determinar con exactitud las mesas seleccionadas.

El uso de esta modalidad ha permitido



Figura N° 1: Encuestas electorales.

Fuente: Diario El Tipógrafo: <http://eltipografo.cl>

distorsión que emerge en el momento de comparar la encuesta a boca de urna con el resultado oficial.

## Encuestas postelectorales

Existen dos tipos de estudios cuantitativos que suelen realizarse después de las elecciones:

### Conteo rápido:

El conteo rápido consiste en la toma de información de los resultados que contienen las actas de escrutinio de una muestra de las

obtener resultados de muy alta precisión cuando han sido comparados con resultados oficiales en elecciones realizadas en muchos países del mundo.

De esta manera se dispone de resultados postelectorales no oficiales mediante conteo rápido de muy alta calidad y confiabilidad que pueden ser comparados con los resultados al concluir la cuenta oficial.

### Evaluaciones postelectorales:

Se realizan poco tiempo después del día de

la elección, como puede ser una semana después, y permiten obtener información muy confiable sobre opiniones, actitudes, motivaciones y comportamientos electorales, como por ejemplo determinar por qué el ciudadano asistió a votar, por qué votó a un candidato o candidata, por qué no votó a tal candidato o candidata, cuándo decidió a quién votar, a quién votaron las personas de su entorno más cercano, qué actitud tuvo hacia el proceso electoral, qué expectativas tiene en el candidato elegido, etcétera.

Se considera que esta información es muy valiosa porque se ha obtenido inmediatamente después del proceso electoral y porque puede orientar el análisis de futuras elecciones y ser utilizada por los estrategas electorales para el diseño de su planes. Al ser claro que los fenómenos sociales y políticos no son fácilmente replicables porque las condiciones en las que se producen son cambiantes, se considera que los estudios postelectorales muestran actitudes y conductas que no se van a repetir de manera mecánica.

## Dificultades de las encuestas electorales

Una importante dificultad o limitación que se enfrenta puede ser el tamaño del presupuesto, pues si este no es suficiente surge la tentación inmediata de reducir el tamaño de la muestra para reducir los costos, especialmente los costos directos. En el caso de Perú, esto ha llevado que muchas veces se realicen encuestas sobre elecciones nacionales en los siguientes ámbitos geográficos:

1. Solo en las provincias de Lima y Callao, que juntas representan el 33,39% de la población electoral peruana. Estas encuestas excluyen de su representatividad al 66,61% de la población electoral total.
2. Solo en el ámbito urbano nacional, que representa el 75,9% de la población general peruana y que excluye de su representatividad al 24,1% de dicha población, que es el porcentaje de

población rural nacional (2).

El informe de las encuestas debe contener además una ficha técnica que explique claramente el ámbito geográfico donde fue realizada, pero con la publicación de la encuesta el lector tiende a percibir que los resultados tienen un valor general (o representatividad nacional), a pesar de que se hubiera precisado el ámbito geográfico, el cual a menudo es puesto en "letra chiquita" por los medios de comunicación. Esta es una suerte de "ilusión óptica" o percepción distorsionada.

Esta distorsión es importante y tiene un impacto negativo en la transparencia de los procesos electorales. Por lo tanto, mi sugerencia es que la regulación de encuestas electorales prohíba la publicación de encuestas sobre elecciones nacionales cuyo diseño muestral no considere un determinado porcentaje mínimo de provincias de todo el país, y que esas provincias representen otro determinado porcentaje mínimo de la población electoral rural nacional.

Otras dificultades o limitaciones que enfrentan las instituciones y empresas encuestadoras son las siguientes:

1. La posible falta de cartografía actualizada y adecuada.
2. La posible falta de personal calificado.
3. La posible reducida penetración del teléfono.
4. La posible reducida penetración de Internet.
5. Las dificultades de acceso a zonas apartadas del país.
6. La desconfianza de los ciudadanos.

## Efectos de las encuestas electorales en la decisión de voto

De acuerdo con Philippe Maarek (3), las encuestas de opinión tienen efectos directos e indirectos:

### Efectos directos:

La publicación de los resultados de las encuestas de opinión durante la campaña puede producir modificaciones en la intención de voto de los electores.

Los electores poco movilizados de un candidato con poca intención de voto, al conocer el bajo nivel alcanzado en las encuestas, sienten la necesidad de apoyarlo y le confirman su voto. Otros electores pueden modificar su intención de voto en favor suyo. Éste es el efecto *underdog*.

También ocurre que la publicación de los resultados de las encuestas puede animar a los electores indecisos a votar por el candidato que esté adelante en las encuestas. De esta manera forman parte de la mayoría y se aseguran un triunfo. Éste es el efecto *bandwagon*.

Los políticos saben que la publicación de encuestas favorables a sus candidaturas les genera un fuerte efecto *bandwagon* en los propios militantes y simpatizantes. El resultado favorable sube la moral de los militantes y aumenta el número de simpatizantes.

Los cajeros de las campañas llevan encuestas favorables a los financistas de campañas, como carta de garantía para aumentar las donaciones que esperan recibir.

### Efectos indirectos:

Las encuestas de opinión suelen convertirse en el contenido del debate político, distorsionando el proceso de comunicación política. Muchas veces la discusión no se da en torno al plan de gobierno o las propuestas del candidato, se da alrededor de los resultados de una encuesta.

De los resultados de una encuesta puede hacerse muchos titulares de primera plana, y los periodistas interrogarán a los políticos y a los analistas sobre los resultados de las encuestas.

Conforme aumenta la atención mediática

en los números de las encuestas y en las variaciones de estos a través del tiempo, la campaña pierde calidad, los problemas políticos y sociales pasan a un segundo plano o desaparecen.

## CONCLUSIONES

Las encuestas de opinión adquieren particular importancia en coyunturas preelectorales, debido al valor predictivo que se les atribuye o que pueden tener, y por el efecto que pueden generar en los votantes, de manera especial en los indecisos.

Además de sus implicancias electorales, las encuestas también tienen presencia en la vida política institucional en épocas no electorales; son utilizadas para conocer la opinión de los ciudadanos acerca de todo tipo de asuntos políticos, económicos y sociales. Existe especial interés en la evaluación de los gobernantes.

Desde 1936, cuando Gallup utilizó su flamante método muestral en Estados Unidos y entrevistó solo a 3 000 ciudadanos y pronosticó que Roosevelt ganaría la elección, hasta la actualidad, las encuestas de opinión han sido y son una práctica habitual en todos los países con regímenes democráticos, constituyéndose en un instrumento de medición de la opinión de los ciudadanos.

Las encuestas de opinión son controvertidas y discutidas en el mundo.

Se considera que la publicación de encuestas electorales influye en la decisión de voto, mediante efectos directos e indirectos.

Efectos directos: Los electores poco movilizados de un candidato con poca intención de voto, al conocer el bajo nivel alcanzado en las encuestas, sienten la necesidad de apoyarlo y le confirman su voto. También ocurre que los electores indecisos a votar al candidato que va adelante en las encuestas, se animan a

votarlo, para formar parte de la mayoría y compartir un triunfo.

Los políticos saben que la publicación de encuestas favorables a sus candidaturas les genera un fuerte efecto positivo en los propios militantes y simpatizantes, pues el resultado favorable sube la moral de los militantes y aumenta el número de simpatizantes.

Efectos indirectos: Las encuestas de opinión suelen convertirse en el contenido del debate político, distorsionando el proceso de comunicación política. Muchas veces la discusión no se da en torno al plan de gobierno o las propuestas del candidato, se da alrededor de las encuestas.

De los números de las encuestas se hacen muchos titulares en los medios de comunicación, y los periodistas interrogan a políticos y analistas sobre esos resultados. Conforme aumenta la atención mediática en las encuestas, la campaña pierde calidad, los problemas políticos y sociales pasan a un segundo plano o desaparecen.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maarek P. Marketing político y comunicación. Nueva edición. España: Paidós Ibérica; 2009.
2. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: grado de urbanización 2007 [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2013 [consulta: 29/08/2013]. Disponible en: <http://www1inei.gob.pe/perucifrasHTML/infdem/cuadro.asp?cod=11221&name=po09&ext=if>
3. Maarek P. Marketing político y comunicación. Claves para una buena información política. 1ª ed. Barcelona: Ediciones Paidós; 2007.

## Balance de la acreditación universitaria en el Perú

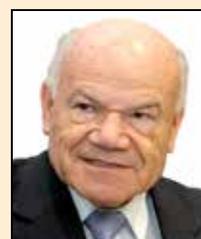
### University accreditation's balance in Perú

Iván Rodríguez Chávez<sup>1</sup>  
Universidad Ricardo Palma

La acreditación en el país todavía no se implanta tal cual debe funcionar. El Perú está entre los países que recientemente están entrando a los procesos de acreditación y en relación con Latinoamérica estamos rezagados. Pero el hecho es que el Consejo de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Superior Universitaria (CONEAU) ya tiene sus reglamentos, sus indicadores; tiene lo que sería los materiales administrativos, legales, para emprender este proceso y a la fecha ya ha hecho la convocatoria para algunas carreras como salud, educación, biología, psicología, todas las medicinas y todo lo que es el área de salud

Naturalmente, la acreditación que está funcionando en el Perú corresponde a una fase inicial, una fase que faltaría, por ejemplo, que se establezcan las acreditadoras para que el trabajo de acreditación no esté a cargo de un mismo órgano, que es un órgano de la administración pública y que de alguna forma tiene injerencia el Estado. La teoría indica que los evaluadores deben ser organismos independientes del Estado, altamente tecnificados y especializados, que basándose en su prestigio tienen que hacer un trabajo de evaluación completamente imparcial.

Así, en teoría, está bien que exista el CONEAU, este debe dar las pautas, los documentos; pero quienes hacen el trabajo de evaluación, que funcionan como pares, los pares externos, generalmente son otros organismos, organismos especializados, si quieren le llamamos "agencias de evaluación", que prestan ese servicio de manera exclusiva, concluyen el trabajo y le entregan los resultados al CONEAU.



Iván Rodríguez

La acreditación en el Perú ha comenzado con las facultades de Medicina y se llegó a acreditar por un período máximo de cinco años. Entonces, hay facultades de Medicina que tienen esa acreditación, la acreditación nacional. Hay universidades que se adelantaron a ese proceso, como la Católica, Cayetano Heredia, Lima y parece que también la Pacífico.

Sin embargo, la acreditación que se está realizando en el país es por carreras, es parcial, creo que ninguna universidad ha llegado a una acreditación total y plena. Me parece que San Marcos se ha acreditado institucionalmente, pero cuando se acreditan de este modo, no significa que están acreditando todas las carreras que tenga la universidad, sino, si se quiere

<sup>1</sup> Rector de la Universidad Ricardo Palma; ex presidente de la Asamblea Nacional de Rectores, Perú.

(\*) Artículo redactado a partir de la entrevista al Dr. Iván Rodríguez realizada por el Prof. Víctor Campos Urbano en la ciudad de Lima, 2012.

decir, son los servicios, la calidad de los servicios que presta la universidad, desde la administración central. Entonces, son procedimientos que van a ser examinados, como por ejemplo el de admisión. Y es que también la acreditación va por procesos, como por decir, la graduación, vamos a acreditar la graduación. De manera que sería todo el sistema de graduación que entraría en la acreditación.

La Universidad Ricardo Palma, por ejemplo, tiene Medicina acreditada con el sistema nacional, pero también internacionalmente, que es lo que han hecho algunas universidades. Las universidades que tienen acreditación por facultades han recurrido a evaluadoras externas, ya sea de Colombia, Argentina, México, Estados Unidos o Canadá.

Y es que se está aprendiendo, todos estamos aprendiendo, están aprendiendo las universidades, está aprendiendo también el órgano acreditador, porque esto ya tiene bastante tiempo en el primer mundo. En lo que concierne a América Latina, México, Argentina, son los países que han comenzado, después Colombia. Estos son los que más experiencia tienen. De tal manera que en conjunto estamos aprendiendo. La mayoría de universidades está en lo que se llama autoevaluación, para que identifiquen sus debilidades, sus fortalezas, y de acuerdo con ello vayan elaborando su plan de mejora continua, y una vez que hayan hecho eso, recién pueden entrar a la evaluación externa por los pares. Ahora, ¿qué trabajo se ha estado haciendo con cierta intensidad? El que corresponde a crear la mentalidad de la evaluación y la mentalidad de lo que se llama cultura de calidad, porque la acreditación existe para certificar la calidad.

Como expresaba, aquí solamente tenemos el CONEAU, y queremos que este haga todo, incluso el trabajo de evaluación. Pero lo que existe como proceso ya desarrollado, maduro, es que el órgano CONEAU, o el nombre que tenga en el país, generalmente no hace la evaluación de modo directo, sino a través de acreditadoras, que son

organizaciones privadas, altamente especializadas, que tienen profesionales preparados y simplemente intervienen solo para hacer la evaluación: hacen la evaluación, emiten su informe, le entregan al CONEAU, y este es el que da el certificado. Entonces, en el Perú falta la instalación de las acreditadoras que son las que van a trabajar conjuntamente con el CONEAU. Ahora, este órgano tiene a su cargo y remunera a los evaluadores, y son ellos los que van hacer las visitas a las universidades. Pero reitero, esa parte de la evaluación misma, generalmente no la asume el órgano, que en el caso del Perú es CONEAU, sino son organizaciones privadas que no tienen conexión con el Estado.

Si algo han avanzado las acreditadoras privadas internacionales tiene que ser por la experiencia. ¿Cuál es el riesgo cuando el órgano oficial es el que evalúa? El riesgo es de la infiltración política. Si los gobiernos tienen el poder de movilizar eso, entonces pueden dirigir la acreditación a favor o en contra de una universidad, porque esa universidad podría no ser favorable a un determinado gobierno.

Pero no solo estoy de acuerdo que haya acreditadoras internacionales, también pueden haber peruanas, lo que se quiere es que se organicen como tales, no ser dependencias de la administración pública, sino que tengan que ser organizaciones privadas, altamente técnicas, sin conexión con el Estado.

Respecto a la Superintendencia de Universidades, no estoy de acuerdo porque eso puede funcionar para la parte económica, comercial; pero no para meterse con las universidades. El CONEAU está bien que exista, es el órgano que da las políticas, el órgano con toda la investidura oficial; lo que digo es que en el mundo va a existir al lado de ese órgano, acreditadoras privadas que van hacer el trabajo de la evaluación, porque en este trabajo es que pueden presentarse las dificultades si es que hubiera una contaminación política en el proceso.

## Proceso de gran movilización

Incluir el tema de la acreditación como una política de Estado dentro del Acuerdo Nacional, le puede dar seriedad, responsabilidad, pero todo tiene que ser dentro del espíritu de la acreditación. La acreditación es un proceso que nunca se da de forma automática. Que la universidad presente sus documentos, que vengan los evaluadores y digan que ya todo está bien e inmediatamente le otorguen la certificación, eso no es así, porque generalmente van a formular observaciones, recomendaciones; y si formulan observaciones, tienen que regresar a verificar si se cumplieron o no, si se levantaron las observaciones, si cumplieron o no las recomendaciones. Entonces, estos son procesos que aún ni siquiera se pueden decir que van a durar un año o dos, no se sabe, depende de la situación o punto de partida de las universidades.

Debo decir algo más, la acreditación también significa una inversión, significa presupuesto, porque si por ejemplo yo tengo la universidad de determinada manera, llamo a la acreditación, vienen los acreditadores y me dicen: "Oiga usted, acá le faltan equipos"; tengo que comprar, pues, eso sería una observación. "Usted tiene la Facultad de Medicina, pero no tiene un laboratorio de simulación", me observan; entonces, no puedo llamar a los evaluadores para decirles: "Han pasado seis meses y yo todavía no tengo dinero, no puedo comprar, no puedo hacer el laboratorio de simulación; entonces, espérenme o denme el certificado, yo les firmo un documento de compromiso"; eso no va a ocurrir, se tiene que levantar las observaciones. Pero todo este proceso significa una inversión, por eso es que las universidades nacionales están en dificultades, porque tienen presupuestos muy reducidos y no tienen para hacer frente a una inversión yo diría abierta, de monto abierto, para reunir todos los requisitos infraestructurales y de otra naturaleza que puedan responder a los requerimientos de los indicadores de la calidad.

El proceso de acreditación comprende infraestructura, procedimientos. Por ejemplo,

un laboratorio tiene que presentar guías de práctica y no solo decir: "Tengo acá una sala con 15 microscopios para 15 alumnos"; eso no es suficiente. Se debe tener no solo todos los insumos, sino todo el programa de prácticas, todas sus guías, qué hace el profesor, qué hacen los alumnos, el tiempo, si va a la biblioteca. No es un asunto simple, sino cada aspecto implica toda una ramificación de asuntos adicionales.

Igual es con los estudiantes y egresados. Van a hacer reuniones con ellos, van a estudiar la colocación del egresado, qué índice de colocación en el mercado laboral tienen. Hay que citar a los egresados, hay que estar haciendo un empadronamiento. Van a haber otras fuentes, no solo hacen sondeos de opinión en la sociedad, en la comunidad sobre el prestigio; hay que presentarles todo lo que haya, por ejemplo, periódicos, revistas. Es decir, es un proceso en el cual la universidad tiene que demostrar cuáles son sus logros institucionales; y no qué logró durante el año, sino en toda su existencia. Es complicado, exige que trabaje todo un grupo estas condiciones de calidad, que se nombren, y los profesores que tienen esta función deben desempeñarla en una forma completamente responsable y así, de actividad intensa, y no decir: "Eso lo dejo y no lo puedo hacer hasta el próximo lunes". Este proceso es un trabajo de todos los días.

Sobre la preocupación de cómo enfrentar el proceso de acreditación en la universidad peruana con estudiantes que por lo general están por debajo del promedio en comprensión de lectura y razonamiento matemático, considero que los indicadores están adecuados a la realidad peruana, no se aplican indicadores de EE.UU, ni de Alemania ni de Francia. Por eso, el órgano que se cree en el Perú tiene que trabajar a partir de la realidad peruana. Por ello se dice que son indicadores mínimos, no máximos. La universidad para recibir la acreditación tiene que cumplir y cubrir los indicadores en su nivel mínimo; si va más allá de lo mínimo, es mejor. Son procesos que necesitan dedicación de personal, una movilización de una serie de factores.

Desarrollar el proceso de acreditación universitaria sin la acreditación previa de los colegios, que es otra de las preocupaciones, sí es posible. En la secundaria, en la básica, recién están igual. Si en la universidad recién comenzamos, en la básica sucede lo mismo. Ahora, la superación de todas estas debilidades es asunto de que el Estado asuma las medidas correctivas, pero eso implica inversión, y estamos viendo que los presupuestos de educación siguen siendo los que menos recursos reciben. Tiene que mejorarse el magisterio, eso tampoco está ocurriendo; y no solo en la formación profesional, sino también darles becas, mandarles al exterior para uno, dos años de estudios. Bueno, nada de eso tenemos. Indudablemente que la acreditación sí puede funcionar, pero será mejor cuando todo el sistema educativo también tenga mayores niveles de calidad. Ahí será mucho mejor, pero sí puede funcionar y de hecho está funcionando.

Respecto a la voluntad política del actual Gobierno hacia la universidad en este proceso de acreditación, me parece que no existe, creo que está en la misma línea de los gobiernos anteriores, que si hacen algo, hacen apenas y parcialmente, cuando aquí se necesita una dedicación de recursos bastante fuertes, porque la mayoría de problemas vienen desde un desnivel. Las universidades en el Perú no tienen lo que deben tener y generalmente es infraestructura, equipamiento, bibliotecas, y todo eso implica una inversión.

Yo creo, por ello, que este proceso tiene que ser agilizado e intensificado ya por cada universidad. Ya no el Estado, el Gobierno, sino cada universidad debe hacer sus programas y ver cómo en buena forma obtiene sus recursos para cubrir las necesidades o requerimientos.

## Acreditación con autonomía real

Frente a la suspensión temporal de la creación de más universidades hasta la vigencia de la nueva Ley Universitaria, yo pienso que se tiene que suspender no

menos de diez años, con tres años no se hará nada, es como que no suspendemos absolutamente nada. Pero tiene que ser la suspensión para el Estado y los particulares, no solo para los últimos. El desorden lo hacen unos y otros, el Estado y los particulares. La falta de calidad está en uno y otro lado. Si queremos ordenar, tiene que haber una suspensión de creación de universidades por ambas partes, no menos de diez años, y paralelamente fortalecer los sistemas de acreditación, para que sea el propio sistema, con todas las prerrogativas y plazos, el que determine qué universidad subsiste y qué universidad pueda verdaderamente garantizar una formación de calidad.

Pese a ello, considero que no hay tanta necesidad de una nueva Ley Universitaria, con la actual norma se puede trabajar. Lo que han creado es una idea de esa naturaleza porque es fundamentalmente electoral, lo que quieren es descabezar a las universidades para que aparezcan nuevos gobiernos universitarios; pero eso desestabilizará a las universidades, es frustrarle sus proyectos. No es la mejor medida. Entre los proyectos de ley están: que se disuelvan los órganos de gobierno en las universidades, se cesen a las autoridades, se abra proceso electoral, con la idea de que en un mismo día en todo el Perú se instalen todos los rectores. Es una locura, pues, que haya elecciones en las 130 universidades. Es simple y llanamente ideas de gente que no conoce qué es una universidad y no tienen la idea de lo que significa que haya, simultáneamente, procesos de elecciones de autoridades universitarias en todas las universidades del Perú. No tienen la menor idea del problema social que estarían creando.

Lo que se debe hacer es respetar la autonomía y hacer que esta sea un atributo esencial, real y efectivo en la universidad, no tener una autonomía nominal, una autonomía solo de palabra. Entonces, dejar en libertad a las universidades para que se organicen, para que determinen su designación de autoridades; eso es lo que deberían hacer, no tenerlas a todas

encamisetadas, maniatadas. Ahí estaría el remedio, simplemente decir hay que dejar en libertad a las universidades y fiscalizarlas; es decir, compensar esa libertad con la fiscalización, con la exigencia de la rendición de cuentas, de buenas cuentas, de las autoridades universitarias, con todas las responsabilidades legales, económicas, morales, porque así tiene que ser, y autoridad que no usa bien los recursos de la universidad, malgasta, lapida, derrocha, se apropia; bueno, no quedaría otra alternativa que sus procesos penales y sus sanciones debidas.

No puede haber impunidad en el país en ninguna área, menos en la educación. Hay gente de muy buena calidad moral, profesional, académica, hay gente que tiene muchas ideas y que puede hacer muchas cosas; pero se va a ver trabada, dificultada, con una política de desconfianza, de freno, que tienen todas las universidades. Entonces, lo mejor que puede haber es dejarlas en libertad y fiscalizarlas, no para que se degenere esa libertad, sino para que la misma sea bien usada.

La autonomía pone a la universidad, para este desempeño, bajo fiscalización del Congreso de la República. La autonomía significa eso, que no está bajo dependencia del Ejecutivo sino del Legislativo, y se pueden crear, como sucede en el mundo, los órganos suprauniversitarios, como en el país es la Asamblea Nacional de Rectores.

En casi todo lugar existe la Asamblea de Rectores y el Ministerio de Educación Superior. Hay que reivindicar, entonces, la autonomía universitaria.

# Análisis de las megatendencias de educación superior

## Analysis of higher education's megatrends

Fernando Barrios Ipenza<sup>1</sup>  
Universidad Continental

### INTRODUCCIÓN

Alvin Toffler, en su libro *El Shock del futuro* en los años 70 (1), sostenía que el mundo estaba enfrentado al inicio de fuertes cambios en su sustrato tecnológico y social, y que se estaban gestando cambios significativos en las personas, en las organizaciones y en los grupos sociales; cuyas dinámicas imponían nuevos desafíos, especialmente a las instituciones de educación, y en particular a las universidades como las instituciones tradicionales generadoras y transmisoras de conocimiento, que están en el centro mismo de los "shocks", puesto que son los instrumentos y las palancas en el camino hacia la nueva sociedad del conocimiento que se está generando a escala global y que está rediseñando el mapa político, comercial y productivo (2).

Este tercer "shock" que enfrentan las sociedades, golpea particularmente a los sistemas universitarios y está promoviendo en América Latina una metamorfosis de los sistemas universitarios, una mutación expresada en la tercera reforma de la educación superior, la cual es, sin duda, la más compleja, generalizada y riesgosa por la dimensión del impacto, la cantidad de variables en juego y la vinculación con tantas áreas de la sociedad (2).

### La Primera Reforma: La autonomía y el cogobierno

América Latina tuvo su Primera Reforma sobre



Fernando Barrios

fbarrios@continental.edu.pe

la educación superior hacia comienzos del siglo XX, como respuesta a las nuevas demandas de las capas medias urbanas, a los requerimientos que implicaba la conformación de los estados modernos, a la industrialización por sustitución de importaciones y a la vigorosa urbanización, todo lo cual requirió la democratización y la expansión de las universidades y una nueva orientación hacia la formación de los profesionales (2).

Este fue el detonante de la Primera Reforma Universitaria en América Latina, marcada por la Reforma de Córdoba en 1918, que se fue expandiendo e instalando por toda la región y que, al promover la autonomía y el cogobierno universitario, contribuyó decididamente a la expansión de la

<sup>1</sup> Ingeniero Electricista; MBA por la Universidad de Québec en Montreal; estudios de doctorado en Administración y Economía de Negocios en la Universidad de Sevilla. Diplomas del Programa de Alta Dirección y del Programa para Presidentes y Gerentes en la Universidad de Piura; Diploma del Management Innovation Program del Babson College, USA; Diploma del Programa Avanzado de Dirección de Empresas de la Universidad ESAN. Socio fundador y presidente de la Organización Educativa Continental.

cobertura de las universidades públicas, superando los modelos de elite y democratizando el acceso a la educación superior a nuevos contingentes urbanos que gracias a la formación profesional accedieron a una significativa movilidad social. Tal modelo monopólico educativo universitario, público, laico, gratuito, cogobernado y autonomista, tuvo larga y destacada vigencia y se fue imponiendo progresivamente en cada uno de los países de la región hasta inicios de los setenta, cuando la crisis de los modelos económicos golpearon las puertas de las instituciones de educación superior y sentaron las bases de una nueva transformación de la educación superior (2).

### La Segunda Reforma: La mercantilización y diferenciación

Un nuevo y radical movimiento estudiantil latinoamericano mostró claramente que las universidades, tal como estaban estructuradas no respondían a los nuevos escenarios políticos y económicos ni a las nuevas demandas sociales. El movimiento estudiantil expresaba tanto la necesidad de promover renovaciones en los sistemas universitarios, como las urgencias de crecientes masas de bachilleres, que presionaban para ampliar la cobertura de la educación superior (2).

Este proceso constituyó el centro de la Segunda Reforma de la educación superior en el continente desde los ochenta, y que promovió un incremento de la cobertura en el marco de una fuerte diferenciación de las instituciones y de la calidad de los servicios educativos, y que terminó conformando un nuevo modelo universitario de carácter dual. Se caracterizó por la instauración de un complejo modelo binario público y privado, de alta y baja calidad, universitario y no universitario, como resultado del contexto mercantil y heterogéneo, y que promovió modelos de calidad, de precios, de financiamiento diferenciados. Ello facilitó la significativa expansión del sector privado, medido en términos de cobertura,

matrícula e instituciones, sobre la base, en general, de un pequeño sector de calidad y otro mayor orientado a la absorción de la demanda insatisfecha y con menores exigencias de calidad (2).

Adicionalmente, la crisis de esta etapa de la educación superior en América Latina se produjo junto a un incremento significativo de la demanda estudiantil y del tercer "shock" sobre las sociedades a escala global, como analizara Toffler, marcado por la creciente renovación de saberes en el marco de las sociedades del conocimiento, del desarrollo de nuevas tecnologías de información y comunicación, de la globalización económica y de la creciente internacionalización de la educación superior (2).

Claudio Rama sostiene que todos ellos son los fenómenos que coadyuvan a sentar las bases del inicio de la Tercera Reforma de la educación superior en el continente (3).

### La Tercera Reforma: Masificación e internacionalización

Un verdadero "shock" sufren hoy en América Latina los sistemas de educación superior a causa de la internacionalización de este nivel de educación, las nuevas tecnologías de comunicación e información, las nuevas demandas de acceso de la población, incluyendo sectores fuertemente marginados con anterioridad como los grupos indígenas u otras minorías como las personas con discapacidad o los migrantes, y la presencia creciente de sociedades del conocimiento que promueven la educación a lo largo de la vida, la mercantilización del conocimiento y la renovación permanente de los saberes. Directa e indirectamente la internacionalización en curso está promoviendo la movilidad estudiantil como parte constitutiva de las nuevas dinámicas de aprendizaje en la sociedad del saber, el establecimiento de estándares internacionales de calidad sobre la educación superior, la presión hacia nuevas pertinencias globales y

locales y la vinculación de los ciclos y procesos educativos a escala global. El impacto de las nuevas tecnologías por su parte, está contribuyendo a la globalización de la educación, permitiendo acortar las distancias, expandir la educación transfronteriza y las modalidades de educación en red (2).

Así, globalización y sociedad del saber constituyen dos grandes motores que están impulsando la masificación de la educación superior en América Latina, la cual se expresa tanto a través de los niveles de competencia en los mercados laborales

como de la disposición de los hogares a sacrificar rentas y tiempo para capacitarse (2).

## La tendencia a la masificación y la feminización de la cobertura

El siglo XX ha sido el siglo de la democratización política de las sociedades en latino américa y el comienzo de la democratización en los accesos a los diversos servicios sociales. El resultado de

Tabla N° 1: Características de las fases de la educación superior

Modelo Educación Superior	Modelo político	Objetivos políticos	Instrumento
<b>Primera Reforma:</b> Autonomía y cogobierno. Modelo monopólico público.	Lógica pública. Lucha por la autonomía.	Búsqueda de fondos. Estado educador.	Luchas políticas, alianzas con estudiantes y partidos.
<b>Segunda Reforma:</b> Mercantilización. Modelo dual público - privado.	Diversificación Lógica privada. Lucha por libertad de mercado. Restricciones a la educación pública.	Competencia por los estudiantes. Libertad de enseñanza.	Competitividad basada en la publicidad y en diferenciaciones de calidad-precios.
<b>Tercera Reforma:</b> Internacionalización. Modelo trinario (público – privado -internacional).	Lógica nacional defensiva. Sistemas de aseguramiento de la calidad. Asociaciones rectorales. Nuevo rol del Estado.	Búsqueda de regulación pública nacionales e internacionales. Incremento de cobertura. La educación como un bien público internacional.	Alianzas internacionales. Educación transfronteriza. Posgrados. Nueva competencia internacional.

Tabla N° 2: Contexto América Latina: Etapas de la educación superior

Modelo Educación Superior	Modelo libertad	Concepto político	Instrumento
<b>Reforma:</b> Autonomía. Monopolios públicos.	Libertad de cátedra.	Bien estatal.	Autonomía.
<b>Reforma:</b> Mercantilización. Modelo binario.	Libertad de enseñanza.	Bien libre nacional.	Libertad de gestión privada.
<b>Reforma:</b> Internacionalización. Modelo tripartito.	Libertad de las Diversidades.	Bien público. Consejos de rectores y organismos públicos.	Regulaciones nacionales, regionales, internacionales. Creación de sistemas nacionales de educación superior.

ese proceso ha sido la masificación de la educación básica y de la educación media, que ha sentado las bases de la creciente masificación de la educación superior que será una de las tendencias del siglo XXI (3). La masificación en este último nivel educativo ha sido el resultado de la nueva estrategia de sobrevivencia de los hogares latinoamericanos, dado los menores niveles de desempleo y los mayores ingresos salariales que comparativamente reciben los profesionales universitarios en los mercados laborales.

Los hogares latinoamericanos han seleccionado históricamente los mecanismos más eficientes para lograr la movilidad social. En los cincuenta en el empleo público cumplió ese rol. En los sesenta tal estrategia de sobrevivencia se expresó en el ingreso de las mujeres en los mercados laborales y el aumento en la cantidad de horas trabajadas por los hombres. Desde los ochenta, la nueva estrategia de sobrevivencia de los hogares ha sido la migración y el aumento de los años de escolarización con una creciente tendencia hacia la educación terciaria (3).

Este proceso ha promovido el incremento de la cobertura en la educación superior,

y dadas las restricciones de cupos en la educación pública, la respectiva demanda ha derivado en un incremento de la educación privada y por ende a un creciente sacrificio de rentas de los hogares para cubrir los gastos de las matrículas. Tal proceso de estrategia de sobrevivencia de los hogares expresado en el sacrificio de rentas, es la derivación de las demandas de competencias profesionales en mercados laborales cada vez más complejos, diferenciados y precarios (3).

La tabla N° 3 muestra la importancia y la dimensión del proceso de masificación de la educación superior en América Latina, se percibe una tasa de crecimiento que a su vez aumenta prácticamente cada cinco años. Ello ha permitido que en apenas 35 años la región haya pasado de una cobertura de apenas 7% en 1970 a 31,1% en el 2005 sobre una población de 20 a 24 años.

La figura N° 1 también muestra el comportamiento del incremento absoluto de la cantidad de estudiantes en la región, de 1,6 millones a 15,7 millones al 2005.

La demanda por acceso a la educación ha promovido el pasaje de una educación de élites a una educación de masas, y ha

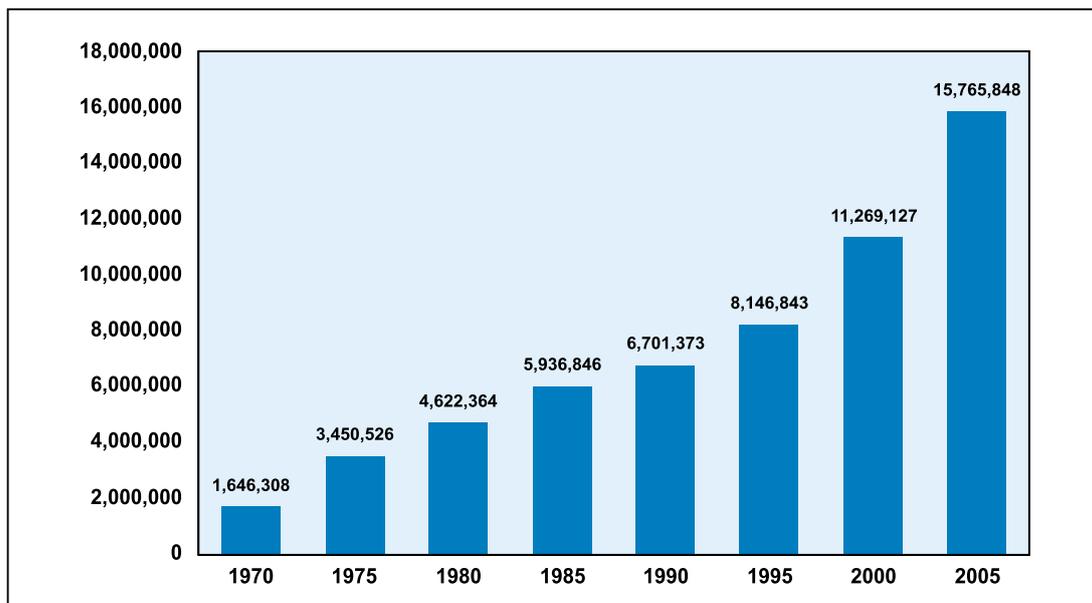


Figura N° 1: Matrícula de educación superior en América Latina: 1970–2005.

Fuente: Estudio de tendencias de educación superior en América Latina, Claudio Rama Vitale. Asamblea Nacional de Rectores, Perú

Tabla N° 3: Matrícula de educación superior en América Latina: 1970–2005

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Matrícula por cada 1 000 hab.	6,1	11,0	13,1	15,1	15,5	17,2	22,0	28,6
Matrícula / Pobl. 20-24	7,0	12,3	14,2	18,8	16,4	18,4	23,5	31,1

Fuente: Estudio de tendencias de educación superior en América Latina, Claudio Rama Vitale. Asamblea Nacional de Rectores Perú.

incentivado múltiples transformaciones en los sistemas universitarios desarrollando diversos mecanismos para ajustarse a esas transformaciones que promueven las familias y para aprovecharse mercantilmente para cubrir esas necesidades. Esta masificación de la cobertura de la educación superior ha sido uno de los motores de los cambios ya que tales demandas han mostrado que las instituciones tienen grandes dificultades para hacer frente a la masificación por tener estructuras rígidas, por su baja articulación a los otros niveles educativos, por su poca diversificación, por la existencia de programas homogéneos y compartimentados por disciplinas y sin capacidad de responder a la transdisciplinariedad, la educación permanente y la diversidad de nuevos intereses y demandas (3).

## Crecimiento del sistema universitario

Desde 1996 que se ejecutó el primer censo universitario, al 2010 que fue realizado el segundo censo, apreciamos un aumento notable en las instituciones universitarias a nivel nacional.

En el censo universitario 1996 se censaron en el país 57 universidades, casi en igual proporción universidades públicas y privadas (28 públicas y 29 privadas).

En el 2010 fueron censadas 100 universidades, con un considerable crecimiento de las universidades privadas, que ascienden a 65 en total, 1,8 veces más que en 1996 (figura N° 2).

La población involucrada directamente en el

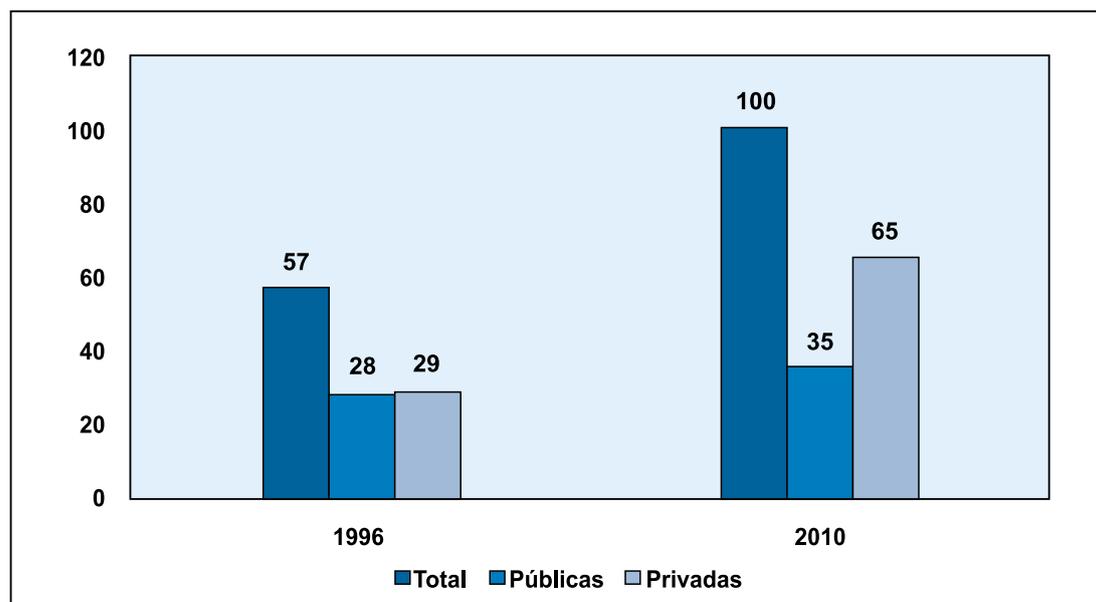


Figura N° 2: Perú: número de universidades, por año censal, según tipo de universidad.

Fuente: INEI - I Censo Nacional Universitario, 1996. INEI - II Censo Nacional Universitario, 2010.

complejo universitario peruano, constituida por estudiantes (de pre y posgrado), docentes y personal administrativo y de servicios, se aproxima al millón de personas. En 14 años (1996 al 2010) se ha incrementado en 2,4 veces, de 389 316 a 937 430 personas.

Este crecimiento es diferencial entre la gestión pública y privada. Los estudiantes de pregrado son quienes representan el mayor volumen poblacional, ascienden a 782 970 en el 2010, el 83,5% de la población universitaria.

En 1996 los estudiantes de las universidades públicas conformaban la mayor parte (59,6% del total), pero la universidad privada, en virtud de su acelerado crecimiento, logra posicionarse en el 2010 como la de mayor población estudiantil (60,5%) (4).

En el período en referencia, los estudiantes de posgrado se multiplicaron por 5,2 veces, de 10 818 en 1996 a 56 358 en el 2010; los docentes universitarios aumentaron de 25 795 a 59 085, y los trabajadores administrativos pasaron de 16 989 a 39 017. Las tasas de crecimiento en estos dos últimos estamentos fueron de 5,2% y 6,1% anual, respectivamente (tabla N° 4).

## Tasa de matrículas en educación superior: Perú 2002–2011

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares 2011, en la tabla N° 5 se muestra la tasa neta de matrícula de la población de 17 a 24 años de edad que estudia educación superior, fue de 27,3%, es decir, 27 de cada 100 personas de 17 a 24 años de edad están matriculados en educación superior.

La matrícula a educación superior de la población de 17 a 24 años de edad, según área de residencia es diferenciada. En el área urbana el 31,9% está matriculado en un centro de educación superior; mientras que en el área rural solo el 12,4%.

Al comparar con lo registrado en el 2002 se observa que se ha incrementado la tasa de matrícula en este nivel educativo, pero no en la intensidad de los otros niveles de educación. Los menores incrementos se encuentran en el área rural (4,2 %) y la región Sierra (6,0%); en cambio, el aumento de la cobertura de la matrícula es mayor en la regiones de la Costa (6,3%) y Selva (7,4%).

Tabla N° 4: Población universitaria, por año censal y tasa de crecimiento anual, según tipo de universidad.

tipo de universidad	Número de universidad	Alumnos		Docentes universitarios	Personal administrativo y de servicio
		Pregrado	Posgrado		
<b>Año 2010</b>					
Total	100	782 970	56 358	59 085	39 017
Públicas	35	309 175	24 591	21434	19 961
Privadas	65	473 795	31 767	37 651	19 056
<b>Año 1996</b>					
Total	57	335 714	10 818	25 795	16 989
Públicas	28	199 943	7 109	16 096	11 708
Privadas	29	135 771	3 709	9 699	5 281
<b>Tasa de crecimiento anual: Período 1996-2010</b>					
Total	4,2	6,2	12,4	5,2	16,1
Públicas	1,6	3,1	9,2	1,4	3,9
Privadas	6,0	9,3	16,5	9,1	9,6

Fuente: INEI - I Censo Nacional Universitario, 1996. INEI - II Censo Nacional Universitario, 2010.

Tabla N° 5: Perú: tasa de matrícula de la población de 17 a 24 años de edad a educación superior, según área de residencia y región natural, 2002–2011.

Área de residencia / Región natural	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total	20,9	21,6	19,0	18,5	21,2	23,0	24,3	25,6	26,2	27,3
Urbana	26,1	27,7	23,8	23,1	26,6	28,2	29,8	30,9	31,1	31,9
Rural	8,2	7,2	6,9	6,8	6,8	8,9	8,6	10,3	10,8	12,4
Costa	23,3	24,0	21,5	20,5	24,2	26,1	27,0	28,8	28,0	29,6
Sierra	20,9	21,8	18,3	18,2	20,3	21,6	23,2	24,2	26,7	26,9
Selva	11,0	12,6	10,7	10,9	11,5	14,5	15,8	16,5	17,4	18,4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares.

## Las perspectivas futuras de la cobertura

Si se mantienen las tendencias podemos suponer un incremento anual del 2% de la cobertura promedio en el período de los próximos 18 años con un escenario al 2025. Ello permitiría alcanzar una tasa de cobertura de 70% sobre la población de 20 a 24 años. Del 31% actual pasaríamos al 70% en el 2025.

En relación con la población estudiantil, de los 15,7 millones al 2005 un incremento promedio del 10% permitiría alcanzar a una población estudiantil de 38 millones. A su vez, manteniendo las tendencias de expansión de la educación pública asociadas al crecimiento del PBI como ha venido ocurriendo, el sector público pasaría de 8 millones de estudiantes terciarios actuales a 12 millones, y el sector privado de 7,5 millones en el 2006 a 26 millones en el 2025, con lo que el sector privado pasaría del 48% de la matrícula actual al 68%, en tanto que el sector público se reduciría del 52% actual al 32% de cobertura de la matrícula terciaria (5).

## Determinantes de la expansión privada

- Oferta de carreras de menor duración
- Diferenciación institucional y geográfica
- Ofertas más adaptadas a las demandas del mercado
- Procedimientos administrativos más ágiles
- Menores requisitos de ingreso

- Menores o mayores niveles de calidad
- Sistemas de créditos y becas
- Afinidad de valores a los estudiantes
- Estabilidad institucional y administrativa
- Disminución del acceso a la educación pública gratuita
- Mejor empleabilidad

## Nuevas tendencias de la calidad

- Acreditación por carreras versus la acreditación institucional
- Voluntariedad versus la obligación
- Evaluación cualitativa versus la cuantitativa
- Evaluación por resultados a través de exámenes
- Evaluación en función de los principios y misiones versus parámetros de calidad predefinidos
- Preeminencia de la evaluación externa versus la autoevaluación
- Preeminencia de los sistemas informáticos frente a las evaluaciones presenciales

## Megatendencias que transformarán el sector de la educación superior

- **Democratización del aprendizaje y acceso**  
Tradicionalmente, las universidades eran la clave de conocimiento, tanto en un sentido físico y filosófico, las bibliotecas de la universidad e institutos de investigación son el lugar donde el conocimiento se crea, almacena y

comparte. Hoy en día el conocimiento está abierto a cualquier persona a nivel mundial con un dispositivo y la conectividad. El aumento masivo de la disponibilidad de "conocimiento" en línea y la expansión masiva del acceso a la enseñanza universitaria en los mercados desarrollados y en desarrollo supondrá un cambio fundamental en el papel de las universidades como creadores y guardianes del conocimiento (6).

- **Competencia en los mercados y en el financiamiento**

La competencia en los mercados y en el financiamiento se profundizará tanto a nivel nacional como en el plano internacional, con el crecimiento de financiamiento procedente de fuentes altamente competitivas y recursos no gubernamentales.

- **Tecnologías digitales**

Las tecnologías digitales transformarán radicalmente la forma de crear valor en la educación superior y las industrias relacionadas. Las tecnologías digitales y la innovación han irrumpido todo tipo de industrias establecidas, los medios de comunicación, comercio, entretenimiento y muchos otros. (6). Estas tecnologías, sin embargo, no causarán la desaparición de la universidad basada en el campus, por lo que esta seguirá existiendo como lugar de enseñanza, aprendizaje, investigación, participación comunitaria y para las diferentes experiencias de los estudiantes.

- **Movilidad global**

El mercado internacional estudiantil está creciendo rápidamente (un crecimiento global del 6,6% anual en la última década), pero cambiará fundamentalmente en estructura durante la próxima década y en lo sucesivo, ya que los mercados emisores tradicionales como China, Malasia, Corea del Sur y otros, se convierten cada vez más en destinos de escala mundial para los estudiantes internacionales (6).

Asimismo, las fuentes de talento académico serán más difusas debido a que los mercados emergentes son cada vez más móviles en su demanda, proporcionando una fuente creciente de talento para las universidades en las economías desarrolladas como en vías de desarrollo. Es muy probable que en los próximos 10 a 15 años surja un número pequeño de "marcas" de universidades de élite, verdaderamente global (6). Estas marcas incluirán algunas instituciones de élite de China ya que cuentan con los recursos, el apoyo gubernamental y la intención de alcanzar el estatus de élite mundial.

- **Integración con la industria**

La relación entre la industria y el sector de educación superior está cambiando y profundizándose. La industria desempeña múltiples funciones como cliente y socio de las instituciones de educación superior y cada vez más, como competidor (6).

Para que las universidades sobrevivan y prosperen, tendrán que establecer relaciones mucho más estrechas con la industria en la próxima década. La escala y profundidad de aprendizaje de la industria será cada vez más importante como fuente de ventaja competitiva para aquellas universidades que tienen asociaciones con la industria y pedagogía.

Por último, la industria va a competir cada vez más con las universidades en una serie de programas profesionales especializados.

## Impulsores del cambio

Estos impulsores del cambio van a transformar el panorama de la educación superior, por lo que obliga a las universidades a adaptar sus modelos de negocio. La suma total de estos factores de cambio generará un panorama de un mercado de educación superior muy diferente dentro de 15 años (6).



Figura N° 3: Megatendencias que transformarán el sector de la educación superior.

## Visión del sector de desarrollo

- Las universidades se verán obligadas a crear nuevos modelos de negocio menos densos y dinámicos en la medida en que aumente la competencia de personal, estudiantes, financiación y socios.
- Las instituciones públicas se verán cada vez más funcionando como empresas, incrementando su esfuerzo de mantener la libertad de investigación y el rigor académico de las que su reputación depende a largo plazo.
- Las instituciones privadas explotarán nichos de mercado rentables, mientras que otros van a crear nuevos mercados y fuentes de valor, por ejemplo, mediante la especialización en partes selectas de la cadena de valor de la educación.
- Los responsables políticos tratarán de mantener un crecimiento constante en el acceso a la educación universitaria. Ellos buscarán palancas y programas que ubiquen al sector de educación superior en el centro de una economía

de conocimiento genuino integrado a la región de Asia, mientras que inevitablemente se presionará por cada vez una mayor calidad de proveedores.

## Cambios que forzarán a las universidades a adaptarse de diferentes maneras

- Ampliación de los programas: Las universidades tendrán que considerar que sí pueden seguir manteniendo una posición competitiva nacional e internacional a través de una amplia gama de programas.
- Cliente como target: Tener una estrategia clara alrededor de diferentes segmentos de alumnos, en función de sus necesidades y preferencias específicas. Hoy la segmentación de la mayoría de las universidades es amplia y las que no se enfoquen más en los segmentos estarán expuestas ante competidores con mejores propuestas estudiantiles.
- Canales de mercado: Las universidades

tendrán que asumir el papel de los canales digitales y sociedades con terceros en el reclutamiento de alumnos, así como en la entrega de programas de enseñanza e investigación.

- **Back office:** La base de activos y administración de la universidad tendrá que ser mucho menos pesada de lo que es hoy. La mayoría de las universidades en la actualidad cuentan con mayor cantidad de personal de apoyo que personal académico, esta relación tendrá que cambiar.

## Evolución del modelo de la universidad

El modelo de universidad dominante en el mundo es una base amplia para la enseñanza e investigación, soportado en una amplia base de activos y en su mayoría de *back office in house*.

- **Statu quo simplificado**  
Algunas universidades establecidas que siguen funcionando como la enseñanza de base amplia y las instituciones de investigación que van a transformar progresivamente la forma en que prestan sus servicios y administran sus organizaciones, con implicaciones importantes para la forma en que se involucran con los estudiantes, gobierno, representantes de la industria, las escuelas secundarias y la comunidad.
- **Dominación de nichos**  
Algunas universidades rediseñarán y redefinirán los servicios y mercados en los que operan, cambiando su modelo de negocio, forma de organización y operaciones.
- **Transformers**  
Los proveedores privados y los nuevos participantes tendrán que forjar nuevas posiciones en el sector tradicional, creando nuevos mercados que unan la educación superior con otros sectores.

Los modelos descritos presentan tres líneas de evolución del negocio de la universidad.

Hay, por supuesto, otros modelos potenciales, incluyendo: los modelos de aprendizaje para toda la vida, los modelos globales de alianzas, los modelos multidisciplinarios, y los modelos híbridos.

## ¿Cómo construir una universidad innovadora?

Hacer de la universidad una organización innovadora no es muy distinto que hacerlo de cualquier otra organización, pero lógicamente tiene sus singularidades. Más allá que de algunas universidades hayan salido grandes propuestas de innovación y *spin-off* de referencia, lo cual no es menor, las universidades en general no son organizaciones que destaquen por aplicarse la innovación a sí mismas, son más bien proclives a recetar la innovación a los demás y excusarse en la púrpura académica (7).

Once aspectos clave para hacer de la universidad una organización innovadora:

- Voluntad de cambiar para no perder de vista el cambio externo, para poder continuar ofreciendo valor a estudiantes, a empresas, a la sociedad en general.
- Definir retos estratégicos clave que pueden ser más fácilmente alcanzados desde la innovación que desde la planificación estratégica.
- Apostar por una cultura innovadora, capaz de cuestionar ortodoxias, de abrazar la lateralidad, de arriesgar emprendiendo nuevas soluciones.
- Definir un modelo de innovación que permita sistematizar la innovación como algo continuo, no como algo esporádico y periférico.
- Dedicar talento a la innovación como institución, crear equipos de innovación con capacidad de aunar creatividad y disciplina de cambio. En las universidades se generan muchas ideas pero el ratio de innovación es muy bajo.



Figura N° 4: Marco para la evaluación y el diseño de un modelo de universidad para el futuro propuesto por Ernst & Young's.

- Estar atentos a los riesgos de disrupción, no todo el mundo puede ser Harvard y fenómenos como los MOOC.
- Establecer una verdadera vigilancia tecnológica que permita ayudar a aprender de otros modos, usando nuevas palancas, como las redes sociales.
- Aprovechar los beneficios de combinar talento interno y talento externo a la hora de innovar desde una clara apuesta por la innovación abierta.
- Explorar nuevos modelos de negocio, los actuales serán cuestionados y se ven como claramente insuficientes en muchos sistemas universitarios.
- Definir un nuevo paradigma de *tech transfer*, la vieja ecuación universidad – empresa hace aguas desde que se rompió la linealidad I+D+I (investigación, desarrollo e innovación).
- Establecer una gobernanza que se aleje del corporativismo y sea capaz de asumir la innovación y el cambio sin traumatismos infinitos.

## CONCLUSIONES

En América Latina y el Caribe se han presentado a partir del siglo XX, tres reformas de la educación superior. En la tercera, sufren un verdadero shock. Hoy estos sistemas de educación superior han internacionalizado las nuevas tecnologías de comunicación e información, ya que las demandas de acceso de la población y la presencia creciente de las sociedades del conocimiento lo requieren.

Las universidades deberían establecer, si su modelo actual es a prueba del futuro, y, si no, determinar dónde y cómo enfrentar el futuro, teniendo en cuenta estratégicas relacionadas con la viabilidad de su modelo actual. Las deliberaciones sobre la futura necesidad de incluir modelos de segmentos enfocados en los servicios que necesitan los clientes y los canales de comercialización cumplen su papel dentro de la cadena de valor de las universidades. Las funciones de la ayuda también necesitarán ser aerodinamizadas.

Independientemente del modelo y la dirección elegida, los retos que las universidades tendrán que superar, a fin de que puedan implementar nuevos modelos, las consideraciones clave para los encargados es formular políticas, y se dan las oportunidades para las universidades del sector privado. Las implicaciones para el sector privado debido a su valor, deben ser más directas: encontrar oportunidades para crear y diseñar los modelos de negocio necesarios para concretarlos. Los mercados de educación superior tienen excelentes fundamentos para un crecimiento a largo plazo y proporcionar acceso a la creciente clase media en los mercados emergentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Toffler A. El shock del futuro. 8ª ed. Barcelona: Plaza & Janes Editoriales S.A.; 1995.
2. Rama C. La tercera reforma de la educación superior en América Latina y el Caribe. 1ª ed. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica USA; 2006.
3. Rama C. Las nuevas tendencias de la Educación Superior en América Latina. Lima: Asamblea Nacional de Rectores; 2008.
4. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Indicadores de Educación por Departamentos: 2001 – 2011. Perú.
5. Rama C. Estudio de tendencias de educación superior en América Latina. Asamblea Nacional de Rectores, Perú.
6. Okor J. University of the future, Australia: Ernst & Young; 2012.
7. Christensen C, Eyring H. The Innovative University: Changing the DNA of Higher Education from the Inside Out. 1ª ed. New York, USA: John Wiley & Sons; 2011.

## Instrucciones para los autores

Para su publicación el trabajo a presentar debe ser original o inédito y pueden ser: artículos originales, artículos de revisión, artículos de divulgación, reporte de casos, cartas al editor u otros documentos académico científicos de diversas áreas del conocimiento.

Los artículos originales deben describir resultados de investigación con fundamentación teórica sólida, trabajo metodológico con respaldo de evidencia empírica basado en cualquier enfoque investigativo, máximo 10 páginas; los artículos de revisión deben lograr resumir, analizar, evaluar o sintetizar información ya publicada, máximo 8 páginas; los artículos de divulgación, que abarca ensayos cortos y artículos de opinión, máximo 8 páginas. Otros documentos, no más de 4 páginas.

Los trabajos deben tener la siguiente estructura:

### Artículo original o de revisión

1. Título en español, debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras.
2. Título en inglés.
3. Autor(es), nombres, apellido paterno y materno. En pie de página el grado académico y el cargo que desempeña en la institución donde trabaja. En caso de ser varios autores el orden debe ser de acuerdo con la contribución realizada.
4. Resumen con palabras clave, en un solo párrafo con no más de 250 palabras. Debe contener: objetivos, métodos, resultados y conclusiones. Las palabras clave, mínimo 3, máximo 10.
5. Abstract con keywords.
6. Introducción, debe incluir el problema de investigación, objetivos, hipótesis, justificación, antecedentes, contribuciones del autor y dificultades y/o limitaciones.

7. Material y métodos (si es pertinente), equipos e insumos utilizados, diseño de la investigación, población, muestra y técnicas de recolección y análisis de datos.
8. Resultados, en forma clara y detallada, con tablas y figuras como complemento.
9. Discusión; explica los resultados y comparando con los resultados de los autores consultados. Incluir las conclusiones.
10. Agradecimientos (opcional).
11. Referencias bibliográficas, de acuerdo con el estilo Vancouver, numeradas según el orden citado en el texto. De 10 a 30 referencias.
12. Correo electrónico del autor.

### Artículo de divulgación

1. Título en español, debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras.
2. Título en inglés.
3. Autor(es), nombres, apellido paterno y materno. En pie de página el grado académico y el cargo que desempeña en la institución donde trabaja. En caso de ser varios autores, el orden debe ser de acuerdo con la contribución realizada.
4. Introducción.
5. Cuerpo del documento.
6. Conclusiones.
7. Referencias bibliográficas, de acuerdo al estilo Vancouver, numeradas de acuerdo al orden citado en el texto. De 5 a 10 referencias.
8. Correo electrónico del autor.

### Cartas al editor

1. Título en español e inglés.
2. Autor y filiación institucional.
3. Inicio mencionando la razón objetivo de la carta; si fuera necesario, solo una tabla o una figura.

4. Razón del planteamiento de la opinión.
5. Discusión de resultados y/o recomendaciones.
6. Referencias bibliográficas, de acuerdo al estilo Vancouver, no más de seis referencias bibliográficas.
7. Correo electrónico.

### Reporte de casos

1. Título en español e inglés.
2. Autor y filiación institucional.
3. Resumen y abstract con palabras clave y keywords.
4. Introducción.
5. Presentación del caso.
6. Discusión y conclusiones.
7. Referencias bibliográficas.
8. Correo electrónico.

### Redacción y arbitraje

Para la redacción considerar las siguientes pautas:

- Debe ser redactado con un procesador de textos, en hoja tamaño A4 a espacio simple, fuente Arial, tamaño 11, márgenes superior e izquierda de 3 cm, márgenes derecha e inferior 2,5 cm. Los párrafos deben estar separados por un espacio, sin sangría.
  - Las tablas deben tener la leyenda en la parte superior, y las figuras en la parte inferior, con numeración arábiga.
  - Las fotografías digitales deberán estar en formato JPG, con un tamaño mínimo de 1024 x 768 pixeles (180 pixeles/pulgada).
  - Las citas que figuran en el texto se enumeran consecutivamente en orden de mención o de entrada, con un número entre paréntesis; en ese orden se colocará en las referencias bibliográficas.
  - La numeración y unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- El proceso de arbitraje está basado en las siguientes etapas:
- Los artículos en formato digital se recepcionarán en la dirección electrónica: **revista-apuntes@continental.edu.pe**, se debe adjuntar una Declaración Jurada de Autoría, formato descargable del sitio web <http://www.revista-apuntes.pe>
  - Los autores serán informados por correo electrónico sobre la recepción del artículo y mientras se está considerando el trabajo para su publicación, no debe estar postulando para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales.
  - Todo original será sometido a un proceso de dictamen por pares académicos (especialistas), bajo la modalidad doble ciego (peer review double blind). El proceso de dictamen es anónimo, al menos por parte de los arbitros.
  - Los autores recibirán una comunicación en un tiempo no mayor a 30 días para ser informados de la opinión de los árbitros respecto al resultado. Los resultados pueden ser: aprobado, aprobado con observaciones (el autor deberá subsanar) y denegado. En caso de encontrar evidencias de plagio el autor será informado de este hecho y no podrá presentar en el futuro ningún otro documento.
- Una vez aprobado para la publicación, los derechos de reproducción total o parcial pasan como propiedad de la revista.

## Guidelines for authors

To publish the work you will present, it must be original and unpublished. These can be: original articles, review articles, popularization articles, case reports, and letters to the editor or other scientists' academic documents from various knowledge areas.

The original articles should describe research results with solid theoretical foundations, methodological work with support on empirical evidence based on any research approach, maximum 10 pages. The review articles should summarize, analyze, evaluate and synthesize already published information, maximum 8 pages. The popularization articles, which cover short essays and opinion articles, maximum 8 pages. Other documents, no more than 4 pages.

The works must have the following structure:

### Original or review article

1. Spanish title, it should be concise but informative, maximum 20 words is recommended.
2. English title.
3. Author(s), names, paternal and maternal name. In the footer, the academic degree and the position at the institution where you work. In case of multiple authors, the order should be according to the realized contribution.
4. Summary with keywords in a single paragraph with no more than 250 words. It should contain: objectives, methods, results and conclusions. The keywords, minimum 3, maximum 10 words.
5. Abstract with keywords.
6. Introduction, it should include the research problem, objectives, hypothesis, justification, background, author contributions and difficulties and/or limitations.
7. Material and methods (if applicable),

- equipment and used supplies, research design, population, sample and data collection techniques and data analysis.
8. Results, in a clear and detailed way, with tables and figures as a complement.
9. Discussion, explain the results and compare with the results from the consulted authors. Include the conclusions.
10. Acknowledgements (optional).
11. Bibliographic References, according to the Vancouver style, numbered in the cited order in the text. From 10 to 30 references.
12. Author's e-mail.

### Popularization articles

1. Spanish title, it should be concise but informative, maximum 20 words is recommended.
2. English title.
3. Author(s), names, paternal and maternal name. In the footer, the academic degree and the position at the institution where you work. In case of multiple authors, the order should be according to the realized contribution.
4. Introduction.
5. Document body.
6. Conclusions.
7. Bibliographic References, according to the Vancouver style, numbered in the cited order in the text. From 5 to 10 references.
8. Author's e-mail.

### Letters to the editor

1. Spanish and English title.
2. Author and institutional affiliation.
3. Start mentioning the objective reason for the letter; if necessary, only one table or figure.
4. Reason for the approach to the opinion.
5. Results' discussion and/or recommendations.

6. Bibliographic References, according to the Vancouver style. No more than 6 references.
7. E-mail address.

### Case report

1. Spanish and English title.
2. Author and institutional affiliation.
3. Abstract and keywords (in Spanish and English).
4. Introduction.
5. Case presentation.
6. Discussion and conclusions.
7. Bibliographic References.
8. E-mail address.

### Drafting and arbitration

For writing consider the following guidelines:

- It should be written with a word processor, A4 sheet size single-spaced, Arial font, size 11, top and left margins of 3 cm, right and bottom margins of 2.5 cm. Paragraphs should be separated by a space, without indentation.
- Tables should have the legend at the top, and figures at the bottom, with Arabic numerals.
- Digital photographs should be in JPG format with a minimum size of 1024 x 768 pixels (180 pixels/inches).
- The quotations in the text are numbered consecutively in order of mention or entry with a number in parentheses; in that order it will be placed in the bibliographic references.
- The numbers and measure units should be expressed according with the International System of Units (SI).

The arbitration process is based on the following steps:

- The articles in digital format will be received at: **revista-apuntes@continental.edu.pe**, you should attach an Authorship Affidavit, downloadable

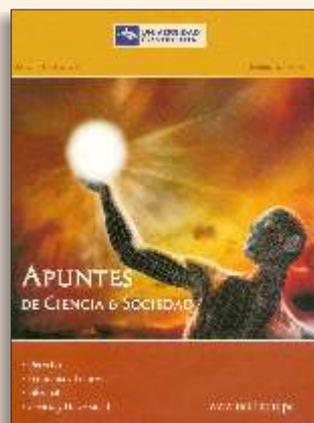
format from the website <http://www.revista-apuntes.pe>

- Authors will be informed by email about the article receipt and while the work is being considered for its publication, you must not be applying for simultaneous publication in other journals or publishing organs.
- All the works will be submitted to a dictum process by academic peer (specialists) under the peer review double-blind mode. The dictum process is anonymous, at least for the arbitrators' side.
- The authors will receive a communication in a time not exceeding 30 days for being informed about the arbitrators' opinion respect to the result. The results can be: approved, approved with comments (the author must correct them) and denied. In case to find plagiarism evidence, the author will be informed of this fact and he/she cannot present in the future any other document.

Once it's approved for publication, the rights of total or partial reproduction passed as property of the journal.

Números anteriores accesible desde:

<http://www.revista-apuntes.pe>



Año 2008



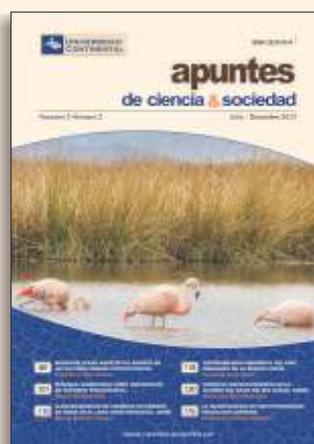
Año 2011  
Vol. 01  
N° 01



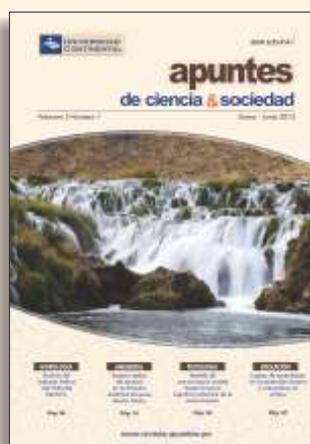
Año 2011  
Vol. 01  
N° 02



Año 2012  
Vol. 02  
N° 01



Año 2012  
Vol. 02  
N° 02



Año 2013  
Vol. 03  
N° 01



**Universidad Continental**

**Sede central**

Calle Real N° 125, Huancayo - Perú

**Campus universitario**

Av. San Carlos N° 1980, Huancayo - Perú

**Central telefónica**

064 - 481430

<http://www.universidad.continental.edu.pe>